

**PENGARUH PEMBERIAN TEMPE KEDELAI
DAN POLEN DALAM BENTUK PASTA
TERHADAP PERTUMBUHAN ANAKAN
LEBAH PEKERJA *Apis mellifera***

SKRIPSI

Oleh:

Rama Akbaruddin

NIM. 145050107111076



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**


repository.ub.ac.id

**PENGARUH PEMBERIAN TEMPE KEDELAI
DAN POLEN DALAM BENTUK PASTA
TERHADAP PERTUMBUHAN ANAKAN
LEBAH PEKERJA *Apis mellifera***

SKRIPSI

Oleh:

**Rama Akbaruddin
NIM. 145050107111076**



Skrripsi ini merupakan salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas
Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PENGARUH PEMBERIAN TEMPE KEDELAI DAN
POLEN DALAM BENTUK PASTA TERHADAP
PERTUMBUHAN ANAKAN LEBAH PEKERJA *Apis
mellifera***

SKRIPSI

Oleh:

Rama Akbaruddin
NIM. 145050107111076

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal : Rabu/9 Mei 2018

	Tanda tangan	Tanggal
Pembimbing Utama:		
<u>Prof. Dr. Ir. Moch. Junus, M.S.</u>
NIP. 19550302 198103 1 004		
Pembimbing Pendamping:		
<u>Ir. Nur Cholis, M.S.</u>
NIP. 19590626 198601 1 001		
Dosen Penguji:		
<u>Dr. Ir. Sri Minarti, M.P.</u>
NIP. 19610122 198601 2 001		
<u>Dr. Ir. Irfan H. Djunaidi, M.Sc.</u>
NIP. 19650627 199002 1 001		

Mengetahui:
Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

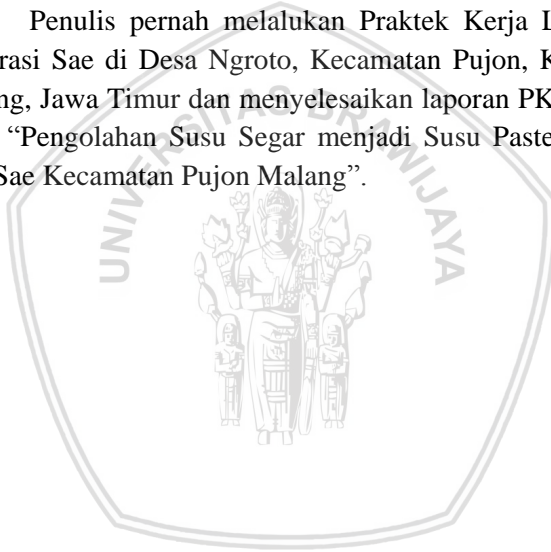
Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, M.S.
NIP. 19620403 198701 1 001
Tanggal :



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lamongan pada tanggal 29 Januari 1996 sebagai putra keempat dari 4 bersaudara Bapak H. Sugeng Subiyantoro dan Ibu Hj. Mamik Sarmiyati S.Pd. Penulis lulus SD di SDN Jetis IV lamongan pada tahun 2008, tahun 2011 lulus SMP di SMPN 2 Lamongan dan tahun 2014 lulus SMA di SMAN 1 Lamongan.

Penulis pernah melakukan Praktek Kerja Lapang di Koperasi Sae di Desa Ngroto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur dan menyelesaikan laporan PKL dengan judul “Pengolahan Susu Segar menjadi Susu Pasteurisasi di Kop Sae Kecamatan Pujon Malang”.





KATA PENGANTAR

Penulis panjatkan puji syukur kepada Allah Yang Maha Kuasa, sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Disusunnya skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata satu (S-1) Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Penulis sangat berterima kasih kepada yang terhormat pada kesempatan kali ini:

1. Bapak Sugeng Subiyantoro dan Ibu Mamik Sarmiyati, selaku orang tua atas doa dan dukungannya baik secara moril maupun materiil.
2. Prof. Dr. Ir. Moch Junus, MS, selaku Pembimbing Utama dan Ir. Nur Cholis, MS, selaku Pembimbing Pendamping atas saran dan bimbingannya.
3. Dr. Ir. Sri Minarti MP dan Dr. Ir. Irfan H. Djunaidi M.Sc selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan arahan dan masukan pada skripsi ini.
4. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS, selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
5. Dr. Ir. Sri Minarti, MP, selaku Ketua Jurusan Peternakan yang telah memberikan pengarahan mengenai jurusan.
6. Dr. Agus Susilo, S.Pt, MP., selaku Ketua Program Studi Peternakan yang telah banyak membina kelancaran proses studi.
7. Ir. Nur Cholis, MS, selaku Koordinator Bidang Minat Produksi Ternak yang telah memberikan pengarahan mengenai minat produksi ternak.

8. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Ustadhi, M.Pt. dan Ibu Dewi Masyithoh, M.Pt. sebagai pemilik PT. Kembang Joyo Sriwijaya.
9. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Wahyu Chesar sebagai sahabat yang selalu mendukung dalam penulisan skripsi ini.

Malang, Mei 2018
Penulis



EFFECTS OF SOYBEAN FERMENTED AND POLLEN IN PASTE FORM ON THE GROWTH OF WORKER BEE BROOD *Apis mellifera*

Rama Akbaruddin¹⁾, Moch Junus²⁾ dan Nur Cholis²⁾

- 1) Student of Animal Production Department, Faculty of
Animal Husbandry, Brawijaya University
- 2) Lecturer of Animal Production Department, Faculty of
Animal Husbandry, Brawijaya University

E-mail: ramaakbaruddin@gmail.com

junusbrawijaya@yahoo.com

yunusbrawijaya@ub.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of soybean fermented paste on the growth of honey bees including larvae length increase, pupae length increase and pupae abdominal diameter increase. The results of this study are expected to be used to determine the percentage of soybean fermented paste that is optimal to the growth of honeybee bees including larvae length increase, pupae length increment and pupae abdominal diameter increase. The research material is honey bee *apis mellifera* from farms in Cendoro village, Dawar Blandong sub-district, Mojokerto regency, as many as 96 of honey bees in the form of larvae aged 2 days and 5 day old and pupae 4 day and 11 day old. The research method was experiment / trial with Completely Randomized Design (RAL) consisting of six treatments and four groups. The data were analyzed by variation analysis or analysis of variation (ANOVA) and continued with Duncan Multiple Range Test if there were differences. The results showed that the influence of each treatment on the length of the larvae and pupae was

significantly different ($P < 0.01$), while the pupae width variable was not significantly different ($P > 0.05$). The best treatments that affect the length of the larvae are P0, P1, P4, P5 but the effect is not different from P2. While the best treatment that affect the length of pupae is P3. The author's suggestion is to conduct a similar study but use different types of beans to determine the effect on the larvae length increase, pupae length increase and pupae abdominal diameter increase.

Keyword: soybean fermented, larvae, pupae



**PENGARUH PEMBERIAN TEMPE KEDELAI DAN
POLEN DALAM BENTUK PASTA TERHADAP
PERTUMBUHAN ANAKAN LEBAH PEKERJA *Apis
mellifera***

Rama Akbaruddin¹⁾, Moch Junus²⁾ dan Nur Cholis²⁾

- 1) Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas
Brawijaya
2) Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Email: ramaakbaruddin@gmail.com
junusbrawijaya@yahoo.com
yunusbrawijaya@ub.ac.id

RINGKASAN

Permasalahan dalam ketersediaan pakan bagi lebah madu pada saat ini di Indonesia adalah terganggunya ketersediaan bunga sebagai penyedia nektar dan polen. Ketersediaan pakan di alam berupa nektar dan polen pada musim penghujan sangat kurang. Tempe kedelai mengandung 10 asam amino esensial yang dibutuhkan lebah madu dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Tempe kedelai, sirup gula dengan polen jika nanti dilakukan pencampuran diharapkan dapat mempengaruhi pertumbuhan anakan lebah pekerja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta terhadap pertumbuhan anakan lebah pekerja meliputi pertambahan panjang larva, pertambahan panjang pupa dan pertambahan

diameter abdomen pupa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai untuk mengetahui persentase tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta yang optimal terhadap pertumbuhan anakan lebah pekerja meliputi pertambahan panjang larva, pertambahan panjang pupa dan pertambahan diameter abdomen pupa.

Materi penelitian adalah lebah madu *apis mellifera* dari peternakan di Desa Cendoro, Kecamatan Dawar Blandong, Kabupaten Mojokerto, sebanyak 96 anakan lebah pekerja yang berupa larva yang berumur 2 hari dan yang berumur 5 hari serta pupa yang berumur 4 hari dan 11 hari. Metode penelitian adalah eksperimen/percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari enam perlakuan dan empat kelompok. Perlakuan yang digunakan adalah pakan tambahan lebah madu untuk P0 yang berupa sirup gula 75% + 25% polen, P1 = sirup gula 75% + tempe kedelai 5% + polen 20%, P2 = sirup gula 75% + tempe kedelai 10% + polen 15%, P3 = sirup gula 75% + tempe kedelai 15% + polen 10%, P4 = sirup gula 75% + tempe kedelai 20% + polen 5%, P5 = sirup gula 75% + tempe kedelai 25%. Tempe kedelai yang digunakan adalah kacang kedelai lokal yang difermentasi menjadi tempe kedelai. Sampel untuk semua perlakuan diambil secara acak pada sisiran sarang ketiga sebelah kanan dari muka sarang pada sel sarang yang umur anakannya sesuai dan koloni yang dipilih hanyalah koloni yang memiliki enam sisiran sarang saja. Variabel yang diukur adalah : pertambahan panjang larva, pertambahan panjang pupa dan pertambahan diameter abdomen pupa. Pengamatan dilakukan pada hari ke 0 (awal), 1, 2, 3 untuk penentuan umur anakan lebah pekerja tersebut kapan diletakan lebah ratu dan kapan menetasnya, sedangkan hari ke 5 dan 8 untuk

pengambilan data pertambahan panjang larva yang berumur 2 dan 5 hari, dan untuk pengambilan data pertambahan panjang pupa dan pertambahan diameter abdomen pupa dilakukan pada hari ke 13 dan 20 pada pupa yang berumur 4 dan 11 hari. Data dianalisis dengan analisis ragam atau analisis variasi (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda *Duncan* jika terdapat perbedaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh masing-masing perlakuan terhadap pertambahan panjang larva maupun pupa sangat berbeda nyata ($P < 0,01$), sedangkan variabel pertambahan diameter abdomen pupa tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hasil uji jarak *Duncan* untuk variabel pertambahan panjang larva ternyata pengaruh P0, P1, P2, P4 dan P5 tidak berbeda nyata, tetapi kelima perlakuan tersebut berbeda nyata dengan P3. Variabel pertambahan panjang pupa pengaruh P0, P1 dan P5 tidak berbeda nyata, tetapi ketiga perlakuan tersebut berbeda nyata dengan P2, P3 dan P4. Pengaruh P2 tidak berbeda nyata dengan P4.

Kesimpulannya adalah perlakuan terbaik yang berpengaruh terhadap pertambahan panjang larva adalah P1 sehingga ditinjau dari hal tersebut jika persentase polen yang tinggi serta terdapat tempe kedelai untuk mencukupi zat gizi lain maka akan meningkatkan pertambahan panjang larva lebah pekerja. Perlakuan terbaik yang berpengaruh terhadap pertambahan panjang pupa adalah P3 sehingga persentase kacang kedelai dan polen yang hampir sama merupakan persentase yang terbaik. Penulis menyarankan melakukan penelitian serupa namun menggunakan jenis kacang yang berbeda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertambahan panjang larva, pertambahan diameter abdomen pupa dan pertambahan panjang pupa.



DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRACT	v
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2. Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.4. Kegunaan.....	Error! Bookmark not defined.
1.5. Kerangka Pikir	Error! Bookmark not defined.
1.6. Hipotesis.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tempe Kedelai	Error! Bookmark not defined.
2.1.1. Proses Yang Terjadi Selama Pembuatan Tempe Kedelai.....	Error! Bookmark not defined.

2.1.2. Kandungan Gizi **Error! Bookmark not defined.**

2.1.2.1. Karbohidrat **Error! Bookmark not defined.**

2.1.2.2. Protein **Error! Bookmark not defined.**

2.1.2.3. Lemak **Error! Bookmark not defined.**

2.1.2.4. Vitamin **Error! Bookmark not defined.**

2.1.2.5. Mineral **Error! Bookmark not defined.**

2.2. Polen **Error! Bookmark not defined.**

2.2.1. Kandungan Gizi Polen.. **Error! Bookmark not defined.**

2.2.2. Manfaat Polen Bagi Koloni Lebah Madu
Error! Bookmark not defined.

2.2.3. Syarat-Syarat Polen Pengganti **Error! Bookmark not defined.**

2.2.4. Komposisi Dan Pembuatan Polen
Pengganti.. **Error! Bookmark not defined.**

2.2.5. Cara Pemberian Polen Pengganti..... **Error! Bookmark not defined.**

2.2.6. Manfaat Polen Pengganti **Error! Bookmark not defined.**

2.3. Lebah Madu **Error! Bookmark not defined.**

2.3.1. *Apis Mellifera* **Error! Bookmark not defined.**

2.3.2. Nutrisi Lebah Madu **Error! Bookmark not defined.**

2.3.3. Pertumbuhan Lebah Madu **Error!**

Bookmark not defined.

BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Dan Waktu Penelitian ... **Error! Bookmark not defined.**

3.2. Materi Penelitian.. **Error! Bookmark not defined.**

3.2.1. Bahan Yang Digunakan : **Error! Bookmark not defined.**

3.2.2. Alat Yang Digunakan : .. **Error! Bookmark not defined.**

3.3. Metode Penelitian **Error! Bookmark not defined.**

3.3.1. Persiapan Penelitian. **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2. Pelaksanaan Penelitian... **Error! Bookmark not defined.**

3.4. Variabel Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**

3.5. Analisis Data..... **Error! Bookmark not defined.**

3.6. Batasan Istilah..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pertumbuhan Anakan..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.1. Pertambahan Panjang Larva **Error! Bookmark not defined.**

4.1.2. Pertambahan Diameter Abdomen Pupa
Error! Bookmark not defined.

4.1.3. Pertambahan Panjang Pupa..... **Error!**

Bookmark not defined.

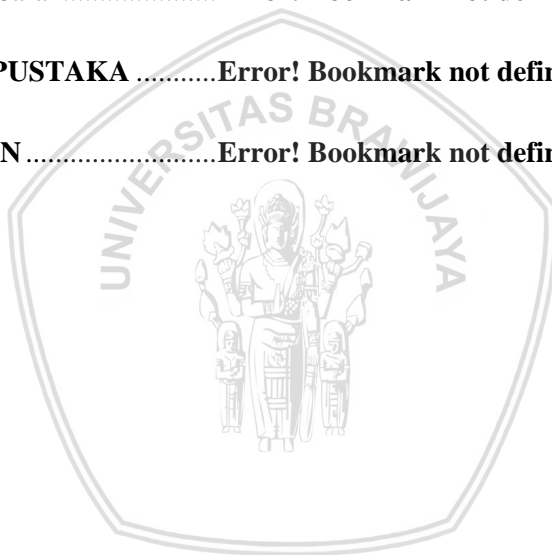
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan**Error! Bookmark not defined.**

5.2. Saran.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKAError! Bookmark not defined.

LAMPIRANError! Bookmark not defined.



DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Kandungan gizi pada kedelai dan tempe kedelai **Error! Bookmark not defined.**

2. Kandungan protein, nitrogen dan asam amino esensial pada kedelai dan tempe kedelai **Error! Bookmark not defined.**
3. Sepuluh asam amino esensial yang dibutuhkan lebah madu **Error! Bookmark not defined.**
4. Kandungan gizi tiap perlakuan **Error! Bookmark not defined.**
5. Nomor stup **Error! Bookmark not defined.**
6. Analisis ragam **Error! Bookmark not defined.**
7. Tabel rata-rata pertambahan panjang larva, pertambahan diameter abdomen pupa dan pertambahan panjang pupa (mm) ... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

1. Kerangka pikir penelitian **Error! Bookmark not defined.**
2. Benang yang telah diberi tanda **Error! Bookmark not defined.**
3. Benang yang sedang digunting **Error! Bookmark not defined.**
4. Benang yang telah dimasukkan kedalam plastik klip **Error! Bookmark not defined.**
5. Pengukuran panjang benang **Error! Bookmark not defined.**
6. Pencatatan panjang larva serta perhitungan pertambahan panjang larva **Error! Bookmark not defined.**
7. Pertambahan panjang relatif larva (%). **Error! Bookmark not defined.**
8. Pertambahan diameter relatif

abdomen pupa (%) **Error! Bookmark not**

defined.

9. Pertambahan panjang relatif pupa (%) . **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Data pertambahan panjang larva lebah pekerja *Apis mellifera* (mm) **Error! Bookmark not defined.**
2. Mencari pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta terhadap pertambahan panjang larva **Error! Bookmark not defined.**
3. Mencari perbedaan antar perlakuan terhadap pertambahan panjang larva **Error! Bookmark not defined.**
4. Data pertambahan diameter abdomen pupa lebah pekerja *Apis mellifera* (mm) **Error! Bookmark not defined.**

5. Mencari pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta terhadap penambahan diameter abdomen pupa **Error! Bookmark not defined.**
6. Data penambahan panjang pupa lebah pekerja *Apis mellifera* (mm) **Error! Bookmark not defined.**
7. Mencari pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta terhadap penambahan panjang pupa **Error! Bookmark not defined.**
8. Mencari perbedaan antar perlakuan terhadap penambahan panjang pupa **Error! Bookmark not defined.**
9. Perhitungan kandungan gizi P0, P1, P2, P3, P4 dan P5 **Error! Bookmark not defined.**
10. Pertambahan panjang relatif larva, pertambahan panjang relatif pupa dan pertambahan diameter abdomen relatif pupa **Error! Bookmark not defined.**
11. Pengamatan dibawah mikroskop terhadap diameter polen dan tempe **Error! Bookmark not defined.**
12. Pembuatan pasta **Error! Bookmark not defined.**
13. Pasta P0, P1, P2, P3, P4 dan P5 **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR SINGKATAN

μm = mikrometer

g = gram

kal = kalori kecil

mg = miligram

mkg = mikrogram

mm = millimeter

PKH = pasta kacang hijau

PKK = pasta kacang kedelai

PKM = pasta kacang merah

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketersediaan pakan bagi lebah madu permasalahannya pada saat ini di Indonesia adalah terganggunya ketersediaan bunga sebagai penyedia nektar dan polen. Ketersediaan pakan berupa nektar dan polen di alam ketika musim penghujan sangat kurang (Nurohim, 2013). Musim kemarau atau musim penghujan yang tidak menentu dan berkepanjangan menyebabkan siklus perbungaan tanaman terganggu, sehingga ketersediaan pakan alami lebah madu tidak mencukupi, bila hal ini berlangsung lama, mengakibatkan berbagai gangguan perkembangan dan kesehatan koloni lebah madu, produksi menurun, lemah terhadap berbagai penyakit dan predator, jumlah populasi menurun, bahkan koloni meninggalkan sarangnya. Peternak di Indonesia, menyediakan sirup gula atau sirup gula sebagai pengganti nektar alami, namun jarang sekali peternak menyediakan pengganti polen sebagai sumber protein, lemak, dan mineral. Koloni lebah madu yang tidak mendapatkan asupan protein akan menyebabkan produktivitas dan kesehatan koloni menurun. Protein digunakan untuk membangun otot, kelenjar, dan jaringan-jaringan tubuh larva serta lebah muda. Protein dibutuhkan untuk menghasilkan *royal jelly* sebagai pakan bagi ratu dan larva. Peternak lebah madu di negara-negara maju telah banyak menggunakan berbagai produk pengganti polen atau dikenal sebagai polen pengganti pada saat musim dingin dan musim gugur, musim tidak ada bunga atau saat paceklik bunga. Peternak dapat pula membuat polen pengganti sebagai pakan lebah madu dengan menggunakan bahan-bahan lokal dengan beberapa persyaratan

agar disukai oleh lebah madu dan dapat tetap meningkatkan produktivitas koloni lebah madu (Widowadi, 2013).

Polen pengganti harus memiliki protein yang memenuhi kebutuhan lebah madu sampai ketinggian asam aminonya. Kedelai adalah salah satu leguminosa yang memiliki protein tinggi. Lebah madu membutuhkan paling tidak 3 g isoleusin/16 g nitrogen menurut Widowadi (2013). Kedelai sendiri memiliki 1.912 mg isoleusin dalam 100 g sampel kedelai, jika satuannya disamakan maka kandungan isoleusin kedelai lebih tinggi dari kebutuhan lebah madu (Mukrie, Chatidjah, Masoara, Alhabsyi, At, Bernadus, Mahmud, Hermana, Slamet, Apriyantono, Soemodihardjo dan Muhtadi, 1995). Polen pengganti juga harus memiliki ukuran paling tidak sama atau lebih kecil dari ukuran polen sebenarnya, oleh sebab itu kedelai harus difermentasi menjadi tempe kedelai dan diperhalus dengan cara menumbuknya hingga halus, lalu dicampur dengan gula dan polen, dengan begitu tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta sudah bisa dijadikan pengganti polen karena nutrisi dan ukurannya sudah sama dengan polen.

Perlakuan yang diterapkan memiliki hasil memuaskan tentang konsumsi pakan dan tingkat peletakan telur calon ratu dalam percobaan lapangan dapat mempertahankan keunggulannya selama musim dingin juga menurut pernyataan Irandoust dan Ebadi (2013). Suplemen kedelai, gluten gandum, dan polen misalnya tetap dapat mempertahankan populasi lebah madu selama musim dingin karena lebah madu yang mengkonsumsi bahan protein pakan yang cukup dan sesuai sebelum musim dingin bisa kembali lebih banyak merenung saat musim dingin karena lebih banyak lemak yang tersimpan di tubuh mereka dan akibatnya mereka memiliki

lebih banyak konsumsi pakan musim dingin dan pengurangan berat badan juga, sehingga kedelai dapat menggantikan polen jika di alam keberadaannya jarang ada atau jumlahnya terbatas.

Kedelai jika digunakan bersamaan dengan polen (antara 5 sampai 25%), maka konsumsi lebah madu akan lebih banyak karena nafsu makan meningkat. Berbagai bahan protein tampaknya memiliki beberapa kekurangan atau penggunaan individual mereka terbatas, untuk mengimbangi itu dianjurkan agar mencampuran beberapa bahan yang berprotein tinggi untuk dikombinasi akan tetapi polen tidak cukup mudah diakses, penggunaan pengganti polen dan suplemennya lebih direkomendasikan (Irandoost dan Ebadi, 2013).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka dapat dirumuskan permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Pemberian tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta perlu dilakukan agar pengaruh terhadap pertumbuhan anakan lebah pekerja dapat diketahui.
2. Persentase tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta perlu diketahui untuk menentukan persentase perlakuan yang optimal terhadap pertumbuhan anakan lebah pekerja.

1.3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta terhadap pertumbuhan anakan lebah pekerja.

2. Mengetahui persentase tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta yang optimal terhadap pertumbuhan anakan lebah pekerja.

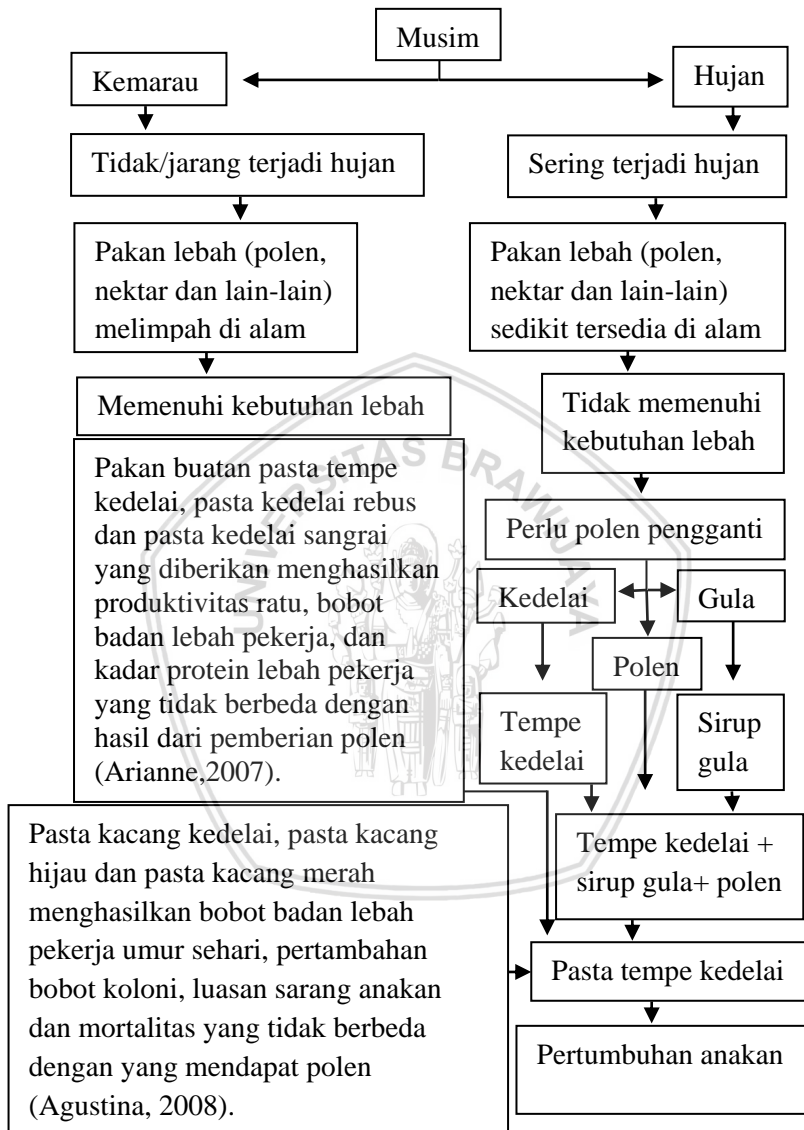
1.4. Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini, adalah untuk:

1. Mendapatkan tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta sebagai pertumbuhan anakan lebah pekerja.
2. Menentukan persentase tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta yang optimal terhadap pertumbuhan anakan lebah pekerja.

1.5. Kerangka Pikir

Kerangka pikir dari penelitian ini serta kesimpulan penelitian terdahulu dari Arianne (2007) yang menyimpulkan pemberian pakan buatan pasta tempe kedelai, pasta kedelai rebus dan pasta kedelai sangrai menghasilkan produktivitas ratu, bobot badan lebah pekerja, dan kadar protein lebah pekerja yang tidak berbeda dengan hasil dari pemberian polen, sedangkan penelitian Agustina (2008) yang menyimpulkan pasta kacang kedelai, pasta kacang hijau dan pasta kacang merah menghasilkan bobot badan lebah pekerja umur sehari, pertambahan bobot koloni, luasan sarang anakan dan mortalitas yang tidak berbeda dengan yang mendapat polen, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

Musim kemarau menyebabkan hujan jarang terjadi bahkan bisa tidak terjadi hujan sama sekali, hal ini menyebabkan pakan lebah seperti polen, nektar dan lain-lain melimpah dikarenakan ketika musim kemarau keadaanya memungkinkan untuk terjadinya musim bunga sehingga dapat mencukupi kebutuhan lebah madu, kebalikannya yang terjadi pada musim hujan akan sering terjadi hujan, hal ini menyebabkan pakan lebah berupa polen, nektar dan lain-lain sedikit tersedia di alam sehingga kebutuhan lebah madu akan protein, karbohidrat dan lain-lain tidak terpenuhi, oleh sebab itu dibutuhkan pakan tambahan berupa polen pengganti. Salah satu syarat polen pengganti adalah harus memiliki protein yang mencukupi kebutuhan protein koloni lebah madu sampai ketinggian asam aminonya sehingga kedelai harus diolah terlebih dahulu menjadi tempe kedelai, dengan demikian protein kedelai akan lebih sederhana sehingga kecernaannya akan lebih meningkat. Syarat kedua dari polen pengganti adalah harus memiliki ukuran yang sama dengan polen sesungguhnya supaya dapat melewati mulut dari lebah maupun larvanya sehingga tempe kedelai harus di haluskan dengan cara menumbuknya terlebih dahulu. Syarat ketiga yang harus dimiliki polen pengganti adalah palatabilitasnya yang harus tinggi, untuk menambah palatabilitasnya dengan mencampur tempe kedelai dengan gula, namun gula harus dilarutkan dulu dalam air dengan mengubahnya menjadi sirup gula supaya untuk mempermudah dalam pencampurannya dan supaya lebih mudah dikonsumsi oleh lebah. Campuran tempe kedelai dan sirup gula serta ditambahkan polen inilah yang akan diberikan ke lebah untuk selanjutnya diamati pengaruhnya terhadap pertumbuhan anakan meliputi pertambahan panjang larva, pertambahan panjang pupa dan

pertambahan diameter abdomen pupa yang pengaruhnya dapat dilihat pada Lampiran 2, 5 dan 7. Polen pengganti berbahan dasar kacang kedelai (PKK), kacang hijau (PKH) dan kacang merah (PKM) menurut penelitian Agustina (2008) yang diberikan menghasilkan bobot badan lebah pekerja umur sehari, pertambahan bobot koloni, luasan sarang anakan dan mortalitas yang tidak berbeda dengan yang mendapat polen, Sedangkan dari hasil penelitian Arianne (2007) pemberian pakan buatan berbahan dasar kedelai yang terdiri dari pasta tempe kedelai, pasta kedelai rebus dan pasta kedelai sangrai menghasilkan produktivitas ratu, bobot badan lebah pekerja, dan kadar protein lebah pekerja yang tidak berbeda dengan hasil dari pemberian polen.

1.6. Hipotesis

Penggunaan tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta dapat meningkatkan pertumbuhan anakan lebah pekerja *Apis mellifera*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tempe Kedelai

2.1.1. Proses Yang Terjadi Selama Pembuatan Tempe Kedelai

Tempe kedelai adalah makanan hasil fermentasi yang dibuat dari kedelai diinokulasi dengan jamur *Rhizopus Oligosporus* dalam fermentasi padat. Tempe kedelai dalam penelitian ini sebelumnya telah diamati ukuran partikelnya dengan cara setelah dihaluskan partikelnya dilihat dibawah mikroskop dan dipotret seperti pada Lampiran 11. Fermentasi tempe kedelai merupakan fermentasi dua tahap yaitu fermentasi oleh aktivitas bakteri yang berlangsung selama proses perendaman kedelai, dan fermentasi oleh kapang yang berlangsung setelah diinokulasi dengan kapang. Komposisi dan pertumbuhan mikroflora tempe kedelai selama fermentasi ternyata tidak hanya *R. Oligosporus* yang berperan. Bakteri merupakan mikroflora yang secara signifikan selalu tumbuh selama perendaman kedelai untuk pembuatan tempe kedelai dan mempunyai peran yang penting (Mulyowidarso, 1987 dalam Kustyawati, 2009).

R. Oligosporus berperan utama dalam pembuatan tempe kedelai, walaupun demikian *yeast* kemungkinan juga dapat tumbuh selama fermentasi tempe kedelai. *Yeast* (ragi) ikut serta dalam fermentasi tempe kedelai diduga sudah lama, tetapi peranan *yeast* dalam pembuatan tempe kedelai belum mendapatkan perhatian yang serius. Beberapa jenis *yeast* telah ditemukan dalam tempe kedelai yang dipasarkan dan selama perendaman kedelai untuk pembuatan tempe kedelai, tetapi *yeast* yang dalam perendaman kedelai tidak ditemukan dalam

produk tempe kedelainya. *Saccharomyces boulardii*, *Yarrowia lipolytica*, *Aerobasidium pullulans* dan *yeast* yang menyerupai kapang *Geotrichum candidum*, masing-masing akan diinokulasikan bersama dengan *Rhizopus Oligosporus* dalam kedelai untuk fermentasi tempe kedelai. Keempat *yeast* tersebut merupakan penghasil enzim ekstraseluler lipolitik dan proteolitik yang sangat tinggi. *Yeast* kemungkinan mempunyai peran dalam meningkatkan kualitas nutrisi dan *flavor* tempe kedelai bila mampu tumbuh dan berinteraksi dengan mikroflora lain selama fermentasi (Kustyawati, 2009).

Fermentasi kedelai dengan *R. oligosporus* dan *S. boulardii*, menghasilkan tempe kedelai dengan aroma harum-manis yang menutupi aroma kedelai pada umumnya karena *yeast* mempunyai aktivitas proteolitik dan lipolitik yang sangat tinggi sehingga mampu menghidrolisa protein maupun lemak menghasilkan asam amino, ester, asam lemak, etanol, *acetaldehid*, *ethyl acetate* dan *ethyl butyrate* yang merupakan komponen *flavor* dan aroma (Villijoen dan Greyling, 1995 dalam Kustyawati, 2009).

2.1.2. Kandungan Gizi

Kandungan gizi yang berupa energi, abu dan air pada kedelai dan tempe kedelai menurut Mukrie (1995) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi pada kedelai dan tempe kedelai

Zat gizi	Komposisi zat gizi dalam 100 g sampel	
	Kedelai	Tempe kedelai
Energi (kal)	381	150
Abu (g)	5,5	0,9
Air (g)	12,7	68,3
Hidrat arang total (g)	24,9	9,1
Serat (g)	3,2	1,4
Lemak (g)	16,7	7,7
Karotin total (mkg)	31	35
Vitamin B1 (mg)	0,52	0,17
Riboflavin (mg)	0,12	0,44
Niasin (mg)	1,2	3,6
Kalsium (mg)	222	517
Fosfor (mg)	682	202
Besi (mg)	10	1,5

Sumber: Mukrie (1995)

Tempe kedelai secara umum mengalami penurunan dalam hal kuantitas dibandingkan dengan kedelai karena

kandungan gizi kedelai sudah banyak berkurang akibat dimanfaatkan oleh jamur selama proses fermentasi. Hasil analisa kandungan gizi berdasarkan pada Tabel 1 dalam 100 g sampel, kedelai mengandung 381 kal energi sedangkan tempe kedelai hanya mengandung 150 kal energi, namun dalam hal kualitas tempe kedelai lebih tinggi karena karbohidrat, lemak, protein dalam kedelai telah mengalami penguraian selama fermentasi sehingga kecernaannya meningkat. Kedelai mengandung 5,5 g abu sedangkan tempe kedelai hanya mengandung 0,9 g abu dalam setiap 100 g sampel yang menandakan bahan organik tempe kedelai yang dapat dicerna lebih tinggi dari kedelai. Kedelai hanya mengandung 12,7 g air sedangkan tempe kedelai mengandung 68,3 g air dalam setiap 100 g sampel yang dikarenakan jamur menghasilkan banyak air selama proses fermentasi (Tabel 1).

2.1.2.1. Karbohidrat

Kandungan karbohidrat yang berupa hidrat arang total dan serat pada kedelai dan tempe kedelai tersaji pada Tabel 1. Jamur menggunakan karbohidrat kedelai untuk materi pembangun tubuhnya selama proses fermentasi berlangsung sehingga karbohidrat pun mengalami penurunan yang dapat dilihat pada Tabel 1. Dalam 100 g sampel, kedelai mengandung 24,9 g hidrat arang total dan 3,2 g serat sedangkan tempe kedelai hanya mengandung 9,1 g hidrat arang total dan 1,4 g serat.

2.1.2.2. Protein

Kandungan protein yang berupa nitrogen total, protein, isoleusin, leusin, lisin, metionin, sistin, fenilalanin,

tirosin, treonin, triptofan dan valin pada kedelai dan tempe kedelai menurut Mukrie (1995) bisa dilihat pada Tabel 2.

tabel 2. Kandungan protein, nitrogen dan asam amino esensial pada kedelai dan tempe kedelai

Zat gizi	Komposisi zat gizi dalam 100 g sampel	
	Kedelai	Tempe kedelai
Nitrogen total (g)	6,46	3,33
Protein(g)	40,4	20,8
Isoleusin (mg)	1.912	606
Leusin (mg)	3.127	1.186
Lisin (mg)	2.300	896
Metionin (mg)	446	173
Sistin (mg)	349	153
Fenilalanin (mg)	1.996	889
Tirosin (mg)	1.305	533
Treonin (mg)	1.667	649
Triptofan (mg)	465	197
Valin (mg)	1.925	609

Sumber: Mukrie (1995)

Kedelai mengandung 6,46 g nitrogen total, 40,4 g protein, 1.912 mg isoleusin, 3.127 mg leusin, 2.300 mg lisin, 446 mg metionin, 349 mg sistin, 1.996 mg fenilalanin, 1.305 mg tirosin, 1.667 mg treonin, 465 mg triptofan dan 1.925 mg valin dalam setiap 100 g sampel sedangkan tempe kedelai hanya mengandung 3,33 g nitrogen total, 20,8 g protein, 606 mg isoleusin, 1.186 mg leusin, 896 mg lisin, 173 mg metionin, 153 mg sistin, 889 mg fenilalanin, 533 mg tirosin, 649 mg treonin, 197 mg triptofan dan 609 mg valin. Kandungan protein, nitrogen dan asam amino esensial kedelai jauh lebih tinggi secara rata-rata (Tabel 2), hal ini disebabkan jamur pada

tempe kedelai telah banyak menggunakan protein kedelai untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur itu sendiri.

2.1.2.3. Lemak

Kandungan lemak pada kedelai dan tempe kedelai bisa dilihat pada Tabel 1. Kedelai mengandung 16,7 g lemak sedangkan tempe kedelai hanya mengandung 7,7 g lemak dalam setiap 100 g sampel. Lemak pada tempe kedelai banyak berkurang sesuai pada Tabel 1 diakibatkan proses selama pembuatan tempe kedelai.

2.1.2.4. Vitamin

Kandungan vitamin yang berupa karotin total, vitamin B1, riboflavin dan niasin pada kedelai dan tempe kedelai bisa dilihat pada Tabel 1. Kedelai hanya mengandung 31 mkg karotin total, 1,2 mg niasin dan 0,12 mg riboflavin dalam 100 g sampel sedangkan tempe kedelai mengandung 35 mkg karotin total, 3,6 mg niasin dan 0,44 mg riboflavin. Kedelai mengandung 0,52 mg vitamin B1 dalam setiap 100 g sampel sedangkan tempe kedelai hanya mengandung 0,17 mg vitamin B1 (Tabel 1).

2.1.2.5. Mineral

Kandungan mineral yang berupa kalsium, fosfor dan besi pada kedelai dan tempe kedelai bisa dilihat pada Tabel 1. Kedelai mengandung 10 mg besi dan 682 mg fosfor dalam setiap 100 g sampel sedangkan tempe kedelai hanya mengandung 1,5 mg besi dan 202 mg fosfor. Kedelai hanya mengandung 222 mg kalsium dalam setiap 100 g sampel sedangkan tempe kedelai mengandung 517 mg kalsium.

2.2. Polen

Koloni lebah madu akan kesulitan mendapatkan nektar maupun polen pada lingkungan yang lembab dan basah untuk kebutuhan hidup serta perkembangan koloni, untuk menjaga kelangsungan hidup koloni lebah madu peternak memberikan pakan buatan dari gula pasir bercampur air tetapi secara umum kondisi koloni lebah menurun, tidak ada proses panen hingga hama dan penyakit mudah menyerang koloni lebah madu *Apis mellifera*. Koloni lebah ketika melemah akibat curah hujan tinggi, luas sarang tidak mengalami pertambahan optimal bahkan cenderung menyempit dalam arti jumlah telur, larva dan pupa dalam sarang berkurang, hal ini diduga akibat lebah kesulitan dalam mendapatkan nektar maupun polen dari tanaman disekitarnya, oleh karena itu jumlah lebah dalam koloni cenderung menurun dan hama maupun penyakit sangat mudah sekali memasuki sarang lebah untuk berkembangbiak dengan memakan persediaan pakan atau membunuh pupa lebah. Peternak harus memberikan pakan buatan secara intensif pada periode tersebut agar koloni lebah dapat bertahan hidup dan proses ini memerlukan biaya mahal terutama saat curah hujan berkepanjangan. Koloni lebah jika terus menerus kesulitan dalam mendapatkan pakan buatan atau pakan alami dari tanaman disekitarnya dan diganggu oleh hama dan penyakit maka koloni lebah akan berpindah tempat (*absconding*) meninggalkan sarang yang masih berisi telur, larva, pupa dan persediaan pakan yang tersisa, pada kondisi ini peternak mengalami kerugian yang besar karena koloni lebah tidak akan kembali ke sarang. Koloni lebah *Apis mellifera* dapat mencari pakan pada saat musim kemarau berupa nektar maupun polen pada tanaman di lingkungan areal penggembalaan. Koloni lebah secara umum dapat lebih leluasa

dalam mencari pakan dan tidak terganggu dengan curah hujan ketika musim kemarau. Peternak dapat melakukan proses panen pada sisiran sarang lebah yang telah dipenuhi oleh madu jika persediaan pakan diareal penggembalaan cukup memadai (Budiwijono, 2012).

2.2.1. Kandungan Gizi Polen

Kualitas polen tidak sama pada masing-masing bunga. Kualitas polen diukur berdasarkan dua metode, yaitu kandungan protein kasar atau komposisi asam amino. Lebah madu selain membutuhkan protein tinggi dari polen, juga membutuhkan sepuluh jenis asam amino esensial. Asam amino esensial artinya lebah madu tidak dapat mensintesis asam amino-asam amino tersebut dan harus diperoleh dari makanannya. Polen sebagai satu-satunya sumber protein bagi lebah madu ternyata memiliki kandungan protein polen setiap bunga berbeda-beda, bervariasi antara 2,3% pada tanaman *Cupressus arizonica* dan 61,7% pada tanaman *Dodecatheon clevelandii* (*Primulaceae*). Kandungan protein kasar menandakan jumlah protein yang ada pada polen. Kandungan protein polen yang tinggi lebih baik dibandingkan dengan yang kandungan proteinnya rendah, namun demikian bila kesepuluh asam amino esensialnya tidak terpenuhi atau tidak seimbang, lebah madu tidak dapat memanfaatkan nutrisi polen secara keseluruhan. Lebah madu harus mengunjungi banyak bunga untuk memenuhi kebutuhan protein dan asam amino esensial (widowadi, 2013).

2.2.2. Manfaat Polen Bagi Koloni Lebah Madu

Polen sebagai sumber protein memiliki fungsi sangat penting bagi perkembangan koloni lebah madu. Polen yang

telah diubah menjadi *bee bread* merupakan makanan bagi lebah madu pekerja muda yang merupakan pemelihara dan perawat bagi anakan. Konsumsi protein yang tinggi dalam polen dalam 7–10 hari berturut-turut akan membuat kelenjar *hypopharyngeal* dan mandibula berkembang dengan baik. Sepasang kelenjar *hypopharyngeal* yang berada di kepala madu akan mensekresi sekresi pertamanya berupa *royal jelly* yang tinggi protein dalam sel-sel yang telah ditutupi polen dalam sel-sel di sisiran sarang lebah perawat. *Royal jelly* merupakan makanan larva lebah madu dan makanan ratu lebah selama hidupnya. Kelenjar *hypopharyngeal* akan mengeluarkan enzim invertase seiring bertambahnya umur lebah pekerja yang mengkonversi sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa. Kelenjar mandibula pada awalnya akan menghasilkan komponen tinggi lipid dalam *royal jelly* dan akan menghasilkan alarm *pheromone* (2-heptanone) pada lebah pekerja pencari makanan. Protein dari polen dibutuhkan oleh lebah pekerja muda dalam perubahan fisiologisnya seperti maturasi otot terbang, memaksimalkan massa toraks, berkembangnya ovarium ratu, serta memperpanjang umur lebah madu. Ketersediaan dan kualitas polen bunga juga sangat menentukan perkembangan dan kondisi kesehatan koloni terutama bagi jumlah telur, perkembangan larva hingga mencapai dewasa, dan produktivitas koloni. *Pollen substitute* adalah pakan pengganti polen dengan kandungan protein tinggi untuk lebah madu, tanpa penambahan polen. Polen pengganti dibuat dari satu atau lebih bahan alami dengan kandungan protein tinggi dan komposisi yang sesuai dengan kebutuhan lebah madu, selain polen pengganti dikenal pula *pollen supplement* yaitu polen pengganti yang ditambah 10–25% polen (Widowadi, 2013).

2.2.3. Syarat-Syarat Polen Pengganti

Polen pengganti untuk lebah madu hendaknya sama dengan polen yang berkualitas baik menurut pernyataan Somerville (2000) dalam Widowadi (2013). Polen pengganti harus memenuhi syarat sebagai berikut: (1) Dapat menarik perhatian lebah madu, sehingga lebah madu mau memakan polen pengganti yang disediakan, (2) Bahan-bahan pembuat polen pengganti senantiasa tersedia dalam jumlah yang banyak dan murah, (3) Biaya pembuatan polen pengganti tidak terlalu besar, (4) Nilai kandungan gizi polen pengganti memenuhi kebutuhan nutrisi lebah madu, (5) Tidak mengandung komponen yang bersifat toksik.

2.2.4. Komposisi Dan Pembuatan Polen Pengganti

Polen pengganti sesuai dengan fungsinya harus dapat menyerupai polen di alam yaitu harus memiliki kandungan protein tinggi dan lemak rendah. Beberapa bahan yang dapat digunakan untuk polen pengganti antara lain tepung kedelai, tepung *canola*, tepung biji bunga matahari, tepung sorgum, tepung *triticale*, khamir *torula*, *brewer yeast* dan *baker yeast*. Bahan-bahan tersebut masih harus diproses atau ditambah dengan bahan-bahan lain untuk dapat menarik perhatian dan disukai lebah madu, serta memenuhi nilai nutrisi. Polen pengganti direkomendasikan memiliki ukuran partikel di bawah 500 μm agar dapat dimakan oleh lebah. Polen dalam penelitian ini sebelumnya telah diamati ukuran partikelnya dibawah mikroskop yang bisa dilihat pada Lampiran 11. Tepung kedelai merupakan bahan polen pengganti yang paling banyak digunakan dan direkomendasikan, karena harganya yang murah dan kandungan proteinnya mencapai 50%, selain itu jika kedelai dibuat menjadi tempe kedelai setelah itu

ditumbuk akan memiliki ukuran dibawah 500 μm . Kedelai yang seharusnya digunakan adalah tepung kedelai yang telah diturunkan kadar lipidnya hingga di bawah 7%. Tepung kedelai tidak mengandung asam amino triptofan, sehingga dalam penggunaannya harus ditambahkan dengan komponen lain untuk melengkapi triptofan. Zat antinutrien pada tepung kedelai antara lain *trypsin inhibitor*, *lectin*, *α -amylase inhibiting factor*, dan *goitrin* yang dapat mengganggu proses metabolisme dan penyerapan nutrisi dihilangkan atau dilemahkan dengan cara pemanasan. Kedelai harus direbus dalam air mendidih selama satu jam atau difermentasi menjadi tempe kedelai akan menurunkan zat antinutrisi hingga dapat dicerna dengan baik oleh lebah pekerja (widowadi, 2013).

2.2.5. Cara Pemberian Polen Pengganti

Pemberian polen pengganti menurut Somerville (2005) dilakukan pada saat: (1) Tidak tersedia atau berkurangnya bunga sebagai sumber polen, (2) Polen yang tersedia berkualitas rendah, misalnya bunga matahari (*Helianthus annuus*) memiliki kandungan protein rendah, (3) Keterbatasan lebah pekerja pencari pakan untuk keluar sarang, misalnya pada musim hujan berkepanjangan. Polen pengganti dalam pemberiannya dalam bentuk tepung dapat dilakukan dengan memberikannya di dalam kotak koloni atau pada jarak tertentu hingga beberapa meter pada tempat yang terlindung di dalam apiari. Polen pengganti bentuk cair dapat dimasukkan ke dalam tempat pemberian minum anak ayam di peternakan dan diletakkan di dalam kotak koloni lebah madu. Polen pengganti dalam bentuk pasta dapat dilakukan di atas *frame* di dalam kotak koloni. Pemberian polen pengganti tidak dilakukan sepanjang masa dalam satu tahun. Bunga jika telah

tersedia di alam, maka seharusnya tidak perlu lagi diberikan polen pengganti. Lebah madu harus dibiarkan mencari pakan alami untuk menjaga kelangsungan proses ekologi, sebagai polinator alami bagi tumbuh-tumbuhan berbunga. Jumlah polen pengganti yang diberikan pada suatu koloni yang terdiri tiga atau empat sisiran sarang, lebih kurang 100 – 200 g setiap satu hingga dua minggu. Koloni yang lebih besar dengan jumlah 10 – 12 sisiran sarang membutuhkan polen pengganti sebanyak 500 g untuk satu atau dua minggu (widowadi, 2013).

2.2.6. Manfaat Polen Pengganti

Polen pengganti sangat dibutuhkan sebagai pakan buatan bagi lebah madu pada saat tidak musim bunga. Polen pengganti dibutuhkan untuk: (1) Pemeliharaan larva (De-Grandi Hoffman *dkk.*, 2008), (2) Mencegah kanibalisme larva oleh lebah pekerja, (3) Menjaga kestabilan produktivitas koloni lebah madu (De-Grandi Hoffman *dkk.*, 2008), (4) Polen pengganti dibutuhkan dalam kesehatan dan perkembangan koloni. Polen pengganti digunakan sebagai pengganti polen bagi lebah madu berkelanjutan koloni lebah madu, meningkatkan jumlah lebah pekerja pencari pakan (*foranger*), serta meningkatkan produksi madu. Polen pengganti juga diberikan untuk mencegah koloni lebah madu minggat (*abscond*) (widowadi, 2013).

2.3. Lebah Madu

2.3.1. Apis Mellifera

Spesies lebah madu yang dikenal dan paling luas penyebarannya adalah *Apis Mellifera*. Lebah ini diduga berasal dari Afrika, namun sudah lama menyebar dan dikenal di Asia bagian Barat, Eropa dan kemudian tersebar di Amerika

Utara dan Selatan, dan Australia. Lebah madu jenis *A. mellifera* habitat aslinya adalah Savannah afrika sebelum menyebar ke benua Eropa dan Scandinavia bagian Utara (Winston,1987).

Lebah madu *Apis mellifera* menurut pernyataan Asmanah (2012) pembudidayaannya di Indonesia telah dipraktekan terutama di Jawa sejak tahun 1970-an. *Apis Mellifera* pertama kali didatangkan di Indonesia pada tahun 1972. Sebanyak 25 koloni *Apis Mellifera* disumbangkan *Australian freedom for hunger campaign committee* (AFFHC) kepada Pusat Perlebahan Apiari Pramuka. Sumbangan tersebut ternyata merupakan cikal bakal pengembangan peternakan lebah modern di Indonesia lebah yang dikembangkan di Australia (NSW) ada tiga sub-spesies, yaitu lebah italia (*Apis Mellifera* ligustika), kaukasia (*Apis Mellifera caucasia*), carniola (*Apis Mellifera carnica*).

2.3.2. Nutrisi Lebah Madu

Kesepuluh jenis asam amino yang berupa isoleusin, leusin, lisin, metionin, sistin, fenilalanin, tirosin, treonin, triptofan dan valin yang dibutuhkan lebah madu menurut Somerville (2000) dalam Widowati (2013) bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sepuluh asam amino esensial yang dibutuhkan lebah madu

Nomor	Jenis Asam Amino	Rasio Ideal (mg/100 sampel pakan)
1	Isoleusin	607,8
2	Leusin	810,4
3	Lisin	303,9
4	Metionin	911,7
5	Sistin	810,4
6	Fenilalanin	506,5
7	Tirosin	607,8
8	Treonin	303,9
9	Triptofan	607,8
10	Valin	202,6

Sumber: Somerville (2000) dalam Widowati (2013)

Lebah madu membutuhkan berbagai zat makanan untuk pertumbuhan, perkembangan, produksi dan reproduksi. Lebah memerlukan 6 golongan bahan makanan pokok, diantaranya adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral dan air. Bahan-bahan lainnya yang dibutuhkan untuk hidup lebah madu kemungkinan masih ada selain bahan tersebut. Kebutuhan zat-zat makanan akan berbeda sesuai dengan fase pertumbuhan dan kasta lebah.

Pertumbuhan dan perkembangan lebah madu dibutuhkan 10 asam amino esensial seperti yang tercantum pada Tabel 3. Lebah madu membutuhkan minimal 20% protein dalam makanannya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Menurut Arianne (2007), polen dengan kadar protein kurang dari 20% tidak dapat memenuhi kebutuhan koloni untuk berproduksi optimal. Koloni yang kuat membutuhkan polen sebanyak 55 kg per tahun. Lebah akan

menggunakan protein tubuhnya untuk melanjutkan fungsinya jika persediaannya kurang dari itu, sehingga kadar protein tubuh bisa menurun dari 54% menjadi 27%.

Lemak memainkan peran fungsional yang esensial dan sangat luas dalam perkembangan evolusi insekta. Cadangan lemak sebagai sumber energi sangat esensial untuk aktivitas terbang dan pertumbuhan lebah madu selama periode tertentu (Winston, 1987). Lebah madu memerlukan vitamin-vitamin yang tepat bersama zat makanan lainnya. Kebutuhan vitamin untuk berbagai spesies lebah tidak berbeda dengan hewan vertebrata. Vitamin sangat baik untuk pertumbuhan dan perkembangan reproduksi. Air diperlukan oleh lebah madu untuk pertumbuhan dan perkembangan larva (Winston, 1987). Protein dapat memperbaiki jaringan tubuh dan menjalankan fungsi tubuh lainnya pada larva lebah (Gojmerac, 1983 dalam Asih, 2006). Larva apabila kekurangan pakan akan menyebabkan terganggunya pertumbuhan larva senada dengan Jay (1964) dalam Arianne (2007) mengatakan bahwa.

Kehidupan larva lebah pekerja pada dua hari pertama memakan 60-80% pakan yang dihasilkan oleh kelenjar *hypopharyng* dan 20-40% cairan seperti susu yang merupakan campuran sekresi kelenjar *mandibular* dengan sekresi kelenjar *hypopharyng* lebah pekerja muda. Pakan larva lebah pekerja lebih banyak berasal dari kelenjar *hypopharyng* pada hari ketiga, sehingga terjadi penurunan kualitas dan jenis protein pada makanannya. Larva lebih banyak memakan polen pada hari kelima fase larva tersebut karena pada saat itu larva sedang mengalami perkembangan sehingga membutuhkan banyak protein (Winston, 1987). Polen merupakan satu-satunya sumber protein bagi lebah dan dibutuhkan untuk

pertumbuhan otot bagi anakan (*brood*) dan lebah muda (Minarti, 2010).

Kebutuhan protein lebah madu dalam pemenuhannya sudah harus memperhatikan asam amino esensialnya. Lebah madu membutuhkan 607,8 mg isoleusin, 810,4 mg leusin, 303,9 mg lisin, 911,7 mg metionin, 810,4 mg sistin, 506,5 mg fenilalanin, 607,8 mg tirosin, 303,9 mg treonin, 607,8 mg triptofan dan 202,6 g valin berdasarkan Tabel 3 dalam setiap 100 g sampel pakan.

2.3.3. Pertumbuhan Lebah Madu

Panjang larva pertama kali menetas sekitar 1,6 mm menurut pernyataan Thrasyvoulou dan Benton (1982) dalam Rochman (2012), sedangkan pernyataan Sihombing (2005) dalam Rochman (2012) menyebutkan bahwa diameter larva *Apis mellifera* pertama kali menetas 0,4 mm. Sarang lebah sendiri memiliki ukuran sel sarang 5,7 – 8,8 mm (Anonimus, 2018). Larva yang berumur 5 – 8 hari mempunyai bobot antara 3,4-134,5 mg yang disebutkan oleh Stone (2006). Bobot larva pekerja pertama kali menetas sekitar 0,08 mg dan tumbuh sangat cepat dalam waktu 6 hari menurut tambahan dari Thrasyvoulou dan Benton (1982). Panjang larva memiliki hubungan atau korelasi yang sangat erat dengan bobot larva lebah madu *Apis dorsata*, sehingga panjang larva dapat digunakan sebagai penduga bobot larva lebah madu *Apis dorsata*. Winston (1987), menyatakan bahwa bobot badan lebah pekerja *Apis mellifera* yang baru keluar dari sel adalah berkisar antara 81–151 mg/ekor. Bila bobot badannya rendah atau berada di bawah kisaran, maka bobot badan lebah pekerja tersebut tidak dapat mengangkut nektar dan polen dengan baik. Bertambah atau berkurangnya bobot larva dipengaruhi

oleh besar kecilnya konsumsi total larva lebah madu *Apis dorsata*. Banyak atau sedikitnya pakan yang dikonsumsi larva dipengaruhi oleh kualitas nutrisi dari pakan itu (Slansky, 1993). Protein adalah komponen organisme yang paling kompleks dan khas yang terdapat dalam semua sel hidup dengan peranan yang sangat luas. Salah satu diantaranya adalah penentu utama pertumbuhan dan perkembangbiakan lebah madu, seperti pada serangga lain pada umumnya (Sihombing, 2005 dalam Agustina, 2008). Protein adalah penyusun utama sel-sel tubuh, dan erat hubungannya dengan pertumbuhan menurut Gaman dan Sherrington (1992) dalam Agustina (2008). Protein digunakan untuk membangun otot, kelenjar, dan jaringan-jaringan tubuh larva serta lebah muda menurut pendapat Somerville (2000) dalam Widowati (2013) yang sesuai dengan hal tersebut. Protein dibutuhkan untuk menghasilkan *royal jelly* sebagai pakan bagi ratu dan larva (Somerville, 2000 dalam Widowati, 2013). Koloni yang diberi bahan pakan pokok meliputi: polen jagung, *supplement food* yang terdiri dari: a. tepung kedelai, b. kuning telur, albumin dan madu dan bahan sintesis berupa *metil eugenol* dan *brewer's yeast* sebagai tambahan menghasilkan panjang badan calon ratu lebah lorek maupun kuning yang tidak beda jauh (0.007 cm) yang merupakan pernyataan berdasarkan penelitian Junus (2001), oleh sebab itu didalam pakan tambahan diperlukan protein yang tinggi untuk menghasilkan *royal jelly* yang tinggi pula. Karbohidrat merupakan sumber energi yang membentuk senyawa-senyawa organik utama yang terdapat dalam tubuh, dan berperan dalam mendukung struktur dan fungsi-fungsi semua jaringan tubuh.



BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 Desember 2017 – 03 Januari 2018 di Peternakan PT. Kembang Joyo Sriwijaya, milik Bapak Ustad, M.Pt. dan Ibu Dewi Masyithoh, M.Pt. yang dilakukan di peternakan yang telah menjadi mitra PT. Kembang Joyo Sriwijaya, yang berada di hutan Jl. Kemlagi Desa Cendoro, Kecamatan Dawar Blandong, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur.

3.2. Materi Penelitian

3.2.1. Bahan Yang Digunakan :

1. Koloni lebah madu *Apis mellifera* di Peternakan Lebah Madu PT. Kembang Joyo
2. Kedelai
3. Gula pasir putih
4. Polen jagung
5. Inokulum *rhizopus*

3.2.2. Alat Yang Digunakan :

1. Masker
2. Sarung tangan
3. Plastik mika transparan
4. Spidol *board maker* permanen
5. Jangka sorong
6. Timbangan digital
7. Gunting
8. Lumpang
9. Mikroskop
10. Pinset

11. Benang
12. Alat tulis
13. *Feeder frame*
14. Pisau
15. Kantong plastik
16. Blender
17. Alu
18. Plastik klip

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode percobaan. Percobaan yang dicobakan dengan 6 perlakuan dengan 4 ulangan. Adapun jenis perlakuannya adalah sebagai berikut:

P0= Sirup Gula 75% + 25% Polen

P1= Sirup Gula 75% + Tempe Kedelai 5% + Polen 20%

P2= Sirup Gula 75% + Tempe Kedelai 10% + Polen 15%

P3= Sirup Gula 75% + Tempe Kedelai 15% + Polen 10%

P4= Sirup Gula 75% + Tempe Kedelai 20% + Polen 5%

P5= Sirup Gula 75% + Tempe Kedelai 25%

Gula didapatkan dari pasar dengan jenis gula pasir pabrik lokal. Polen didapatkan dari polen lokal kering berbentuk butiran dari Kembang Joyo, kedelai lokal didapat dari pengrajin tempe yang dibuat tempe kedelai lalu dihaluskan dengan cara ditumbuk halus dengan alu di dalam lumpang yang ditambahkan air hangat. Pasta yang telah dibuat tiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 13. Adapun cara mencampur sebagai berikut:

1. Gula pasir lokal dilaurutkan dalam air 1 : 1 atau 50 g gula + 50 g air = 100 g, sirup gula yang digunakan sebanyak 75% = 75 g setiap perlakuannya.
2. Polen ditimbang 25 % dari 100 g = 25 g. Polen sebelumnya telah diamati ukuran partikelnya dibawah mikroskop yang bisa dilihat pada Lampiran 11.
3. Tempe kedelai setelah dihaluskan partikelnya dilihat dibawah mikroskop dan dipotret seperti pada Lampiran 11. Selanjutnya ditambahkan sebagai pengganti polen sebanyak 5 % = 5 g, 10 % = 10 g, 15 % = 15 g, 20 % = 20 g dan 25 % = 25 g pada campuran sirup gula dan polen.
4. Hasil pencampurannya di berikan pada koloni lebah sebanyak 100 g setiap koloni.

Kandungan gizi yang berupa energi, protein, lemak, abu, kalsium, fosfor, air dan karbohidrat yang terdapat pada sirup gula, tempe kedelai, polen, P0, P1, P2, P3, P4 dan P5 dapat dilihat pada Tabel 4 maupun Lampiran 9.

Tabel 1. Kandungan gizi tiap perlakuan

Perlakuan	Kandungan gizi (100 g sampel)			
	Protein (g)	Lemak (g)	Air (g)	Karbohidrat (g)
Sirup gula	0	0	50,05	47
Tempe kedelai	20,8	7,7	68,3	9,1
Polen	20,26	1,22	15,62	36
P0	5,065	0,305	41,44	44,25
P1	5,092	0,629	44,07	42,905
P2	5,119	0,953	46,71	41,56
P3	5,146	1,277	49,34	40,215
P4	5,173	1,601	51,97	38,87
P5	5,2	1,925	54,61	37,525

Sumber: Anonimus (2018), Dewi (2015), Indraswari (2017) dan Novayanti (2017)

Perlakuan yang dibuat atau membuat sirup gula, polen maupun tempe kedelai dilakukan persiapan penelitian:

3.3.1. Persiapan Penelitian

1. Persiapan alat

Peralatan yang harus dipersiapkan dalam penelitian ini adalah :

- a. masker
- b. sarung tangan
- c. plastik mika transparan
- d. spidol *board maker* permanen
- e. jangka sorong
- f. timbangan digital
- g. gunting

- h. lumpang
- i. mikroskop
- j. pinset
- k. benang
- l. alat tulis
- m. *feeder frame*
- n. pisau
- o. kantong plastik
- p. blender
- q. alu
- r. plastik klip

2. Persiapan koloni

Koloni disiapkan sebanyak 24 koloni sesuai dengan ulangan dan perlakuannya. Semua koloni disamakan dengan cara :

- a. Stup yang digunakan berisikan 6 sisiran sarang.
- b. Setiap stupnya hanya akan digunakan 1 sisiran sarang saja. Sisiran sarang yang digunakan adalah sisiran sarang nomor 3 dihitung dari sebelah kanan ketika kita berada di depan pintu keluar masuknya lebah madu.
- c. *Feeder frame* yang berisi larutan gula milik PT. Kembang Joyo diletakan seragam disebelah kiri sisiran sarang yang akan diteliti ketika kita berada didepan pintu keluar masuknya lebah madu.

3. Penempatan koloni

Setiap stup koloni lebah di tempatkan ditempat yang berdekatan. Setiap ulangan dari perlakuan ditempatkan pada stup yang berbeda, sehingga setiap satu stup hanya terdapat satu ulangan dan satu perlakuan.

4. Pemberian nomor pada *frame* dan stup koloni

Nomor dalam penulisannya dilakukan pada bagian atas *frame* setiap koloni dengan memberi nomor 1 sampai 6 dimulai dari sebelah kanan ketika kita berada di depan pintu keluar masuknya lebah madu, sisiran sarang nomor 3 dari setiap koloni yang digunakan sebagai sampel, sedangkan pemberian nomor stup bisa dilihat pada Tabel 5, dimana setiap stup diberi nama sesuai perlakuan dan ulangannya. Pemberian nomor *frame* maupun nomor stup dengan cara menulis nomor pada kertas label menggunakan spidol *board maker* permanen lalu menempelkan kertas label tersebut pada *frame* maupun stup.



Tabel 2. Nomor stup

No.	Nomor stup
1	P0U1
2	P0U2
3	P0U3
4	P0U4
5	P1U1
6	P1U2
7	P1U3
8	P1U4
9	P2U1
10	P2U2
11	P2U3
12	P2U4
13	P3U1
14	P3U2
15	P3U3
16	P3U4
17	P4U1
18	P4U2
19	P4U3
20	P4U4
21	P5U1
22	P5U2
23	P5U3
24	P5U4

5. Pembuatan bahan baku pakan pengganti

- Pembuatan tempe kedelai

Tempe kedelai dibuat dengan urutan sebagai berikut :

1. Kacang kedelai ditimbang sebanyak 2,25 kg.
2. Kacang kedelai dibersihkan dengan air.

3. Kacang kedelai dibersihkan dan rendam dalam air selama 12 jam.
 4. Kacang kedelai direndam dalam air mendidih selama 15 menit dan dikupas kulit ari.
 5. Kacang kedelai ditiriskan dan siap untuk difermentasi dengan inokulum yaitu *rhizopus*.
 6. Kacang kedelai dimasukkan kedalam plastik yang telah dilubangi.
 7. Kacang kedelai difermentasi selama 48 jam dan dihasilkan tempe kedelai.
- Penghalusan tempe kedelai
 1. Tempe kedelai diiris-iris/dipotong-potong dengan ketebalan 0,5 – 1 cm.
 2. Tempe kedelai dimasukan kedalam lumpang.
 3. Tempe kedelai selanjutnya ditumbuk dengan alu hingga halus.
 4. Tempe kedelai yang halus dimasukan di kantong plastik dan ditutup rapat.
 - Pembuatan sirup gula

Sirup gula dibuat dengan cara melarutkan gula pasir dalam air panas diatas kompor dengan perbandingan 1 kg gula untuk setiap 1 liter air. Gula dilarutkan terlebih dahulu giling menggunakan mesin giling sebelum dilarutkan.
 - Pembuatan pasta
 1. Polen jagung ditumbuk terlebih dahulu menggunakan alu dalam lumpang sesuai perlakuan, untuk polen 20% menggunakan 20 g polen dan begitu seterusnya.
 2. Sirup gula dan tempe kedelai yang telah dihaluskan dimasukan kedalam lumpang sesuai persentase perlakuannya.

3. Adonan tersebut lalu ditumbuk dengan alu sembari diaduk hingga halus dan tercampur rata.
4. Pasta dimasukan kedalam plastik kemudian diikat rapat dan diberi label perlakuan dan ulangan.
5. Cara pembuatan pasta untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 12.
6. Pengukuran diameter tempe kedelai setelah ditumbuk dan polen

Prosedur pengukuran diameter tempe kedelai dan polen adalah sebagai berikut:

- a. Sampel tempe kedelai yang telah dihaluskan dan polen dimasukkan dalam tabung reaksi/cawan petri sebanyak 0,5 g.
- b. Gula 20 g dilarutkan dalam 100 cc air dengan cara campur gula dengan air lalu aduk hingga gula tersebut larut.
- c. Sirup gula tersebut setelah itu dimasukan kedalam cawan petri yang telah berisi tempe kedelai dan polen sebanyak 0,5 ml.
- d. Pengencer ditambahkan secukupnya sampai tempe kedelai dan polen tak saling bertumpukan dan larutan tak terlalu kental supaya ukuran tempe kedelai dan polen mudah untuk diamati.
- e. Tempe kedelai dan polen yang sudah diencerkan, ditetaskan diatas object glass kemudian dilakukan pengamatan dibawah lensa mikroskop yang telah diberi lensa berskala pada lensa okulernya.
- f. Tempe kedelai dan polen diukur dengan skala tersebut.

7. Melakukan koordinasi dengan perusahaan Kembang Joyo untuk menentukan jadwal pelaksanaan penelitian.

3.3.2. Pelaksanaan Penelitian

1. Pengecekan alat

Semua alat dicek apakah yang dibutuhkan telah tersedia ditempat penelitian.

2. Pengecekan koloni

Jumlah koloni yang dibutuhkan dicek apakah sudah sebanyak 24 koloni dan sudah terdapat 6 sisiran sarang dalam 1 stup.

3. Pengecekan tempat koloni

Setiap koloni dicek apakah telah ditempatkan pada masing-masing stup yang diletakkan secara berdekatan yang setiap 1 stup terdapat 1 perlakuan dan 1 ulangan saja. Apakah ulangan dari setiap perlakuan telah diletakkan dalam stup yang berbeda.

4. Pengecekan nomor pada *frame* koloni

Setiap *frame* dicek apakah telah diberi nomor *frame*.

5. Menyiapkan pakan

Feeder frame yang terbuat dari plastik mika transparan disiapkan sebanyak 24 buah, lalu memasukan pakan yang telah dibuat sebelumnya kedalam *feeder frame* yang nantinya akan ditempatkan pada masing-masing stup sesuai perlakuannya dan ulangan.

6. Mengusir lebah

Asap digunakan untuk mengusir lebah yang berada di tutup atap sarang dengan cara buka sarang lebah sembari menyembrotkan asap,

pengasapan dilakukan setiap sebelum pemberian pakan dan pengambilan data.

7. Pemberian Pakan Tambahan

Feeder frame diletakan dalam sarang pada pagi hari. Pakan pengganti polen pada kegiatan penelitian ini pemberiannya dilakukan pada koloni lebah madu sebanyak 24 koloni. Setiap koloni diberi sebanyak 100 g pakan pengganti polen ke dalam *feeder frame*. Pakan pemberiannya dilakukan 3 hari sekali.

8. Kontrol rutin

Kontrol rutin dilakukan selama 3 hari sekali selama pemeliharaan dan 3 hari pertama untuk melihat telur yang telah menetas sehingga perhitungan umur lebah bisa tepat.

9. Pengambilan Data

Variabel pertambahan panjang larva untuk pengambilan datanya dilakukan pada larva yang berumur 2 hari dan 5 hari saat pagi hari karena larva berumur 2 hari dan 5 hari pertumbuhannya sangat cepat. Larva yang berumur antara 6-7 hari mempunyai panjang 10,55 mm dan lebar 4,30 mm menurut pernyataan Rochman, Junus dan Ciptadi (2012), sedangkan Pengambilan data untuk variabel pertambahan panjang dan pertambahan diameter abdomen pupa dilakukan pada pupa yang berumur 4 hari dan 11 hari saat pagi hari. Data pertambahan panjang larva cara pengambilannya dengan mengambil sampel larva menggunakan pinset lalu menggunakan benang untuk menyesuaikan bentuk larva yang melengkung

yang diletakkan di bagian tengah larva dengan ujung benang dimulai dari ujung kepala sampai ujung ekor kemudian panjang benang itu yang digunakan untuk menentukan panjang larva dengan menggunakan penggaris/jangka sorong, sedangkan cara pengambilan data pertambahan panjang pupa sama dengan cara pengambilan data pertambahan panjang larva namun diawali dengan membuka lapisan lilin yang menutupi sel dengan menggunakan pinset. Data pertambahan diameter abdomen pupa untuk cara pengambilan nya dengan menempatkan benang pada diameter abdomen pupa lalu memotongnya untuk diukur panjang benang tersebut dengan jangka sorong.

3.4. Variabel Penelitian

1. Pertambahan panjang larva

Berikut langkah mengukur pertambahan panjang larva :

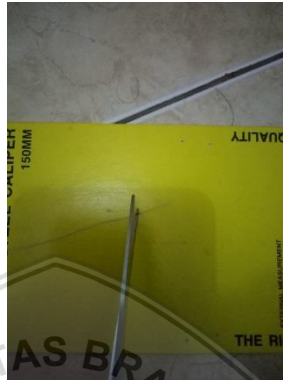
- a. Pengamatan dimulai dengan mengambil sisiran sarang yang terbingkai oleh *frame* dari stup yang telah diberi nomor stup sebelumnya.
- b. Plastik mika transparan diletakan di permukaan sisiran sarang.
- c. Plastik mika transparan ditandai menggunakan spidol *board maker* permanen supaya mengetahui mana bagian atas dan bawah dari *frame*.
- d. Plastik mika transparan ditandai pada semua sel sarang yang telah berisi telur.

- e. Telur diamati untuk mengetahui hari yang tepat ketika telur telah menetas selama 3 hari berturut-turut. Plastik mika transparan diberi tanda silang pada sel sarang telur selama 3 hari pengamatan yang telah menetas sebelum hari ketiga dengan ciri-ciri bentuk telurnya sudah tidak lurus melainkan sudah agak bengkok dan tidak lagi berdiri horisontal melainkan bengkok secara vertikal.
- f. Larva yang berumur 2 hari dan 5 hari diambil sampel larva dari sisiran sarang menggunakan pinset pada sisiran sarang yang tidak terdapat tanda silang.
- g. Larva diletakan pada alas yang datar.
- h. Benang ditempatkan pada bagian tengah larva dan beri tanda pada benang menggunakan spidol *board maker* permanen mulai dari ujung kepala sampai ekor, gambar hasil pemberian tanda di benang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Benang yang telah diberi tanda

- i. Benang digunting tersebut sesuai pada tanda yang telah diberi sesuai dengan Gambar 3.



Gambar 2. Benang yang sedang digunting

- j. Benang dimasukan dalam plastik klip seperti Gambar 4.



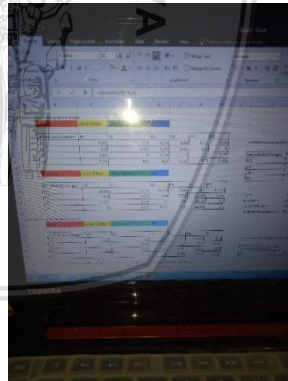
Gambar 3. Benang yang telah dimasukan kedalam plastik klip

- k. Benang dibentangkan sampai lurus, ukur panjang benang menggunakan jangka sorong sesuai dengan Gambar 5.



Gambar 4. Pengukuran panjang benang

1. Panjang benang dicatat lalu hitung selisih antara panjang larva yang berumur 2 hari dengan panjang larva yang berumur 5 hari untuk mengetahui pertambahan panjang larva seperti Gambar 6.



Gambar 5. Pencatatan panjang larva serta perhitungan pertambahan panjang larva

- m. Langkah a-l diulangi untuk setiap unit perlakuan dan ulangan.

2. Pertambahan panjang pupa

Berikut langkah mengukur pertambahan panjang pupa :

- a. Memperhatikan uraian di atas, larva yang telah menjadi pupa diambil dari sisiran sarang pada pupa yang berumur 4 hari dan 11 hari menggunakan pinset pada sisiran sarang yang tidak terdapat tanda silang. Diawali dengan merobek lapisan lilin yang menutupi permukaan sel sarang
- b. Pupa diletakan pada alas yang datar.
- c. Benang ditempatkan pada bagian tengah pupa dan beri tanda pada benang menggunakan spidol *board maker* permanen mulai dari ujung kepala sampai ekor.
- d. benang tersebut digunting sesuai pada tanda yang telah diberi.
- e. Benang dibentangkan sampai lurus, ukur panjang benang menggunakan jangka sorong lalu catatlah. Selisih antara panjang pupa yang berumur 4 hari dengan panjang pupa yang berumur 11 hari dihitung untuk mengetahui pertambahan panjang pupa.
- f. Langkah a-e diulangi untuk setiap unit perlakuan dan ulangan.

3. Pertambahan diameter abdomen pupa

Berikut langkah mengukur pertambahan diameter abdomen pupa :

- a. Setelah dilakukan pengamatan pertambahan panjang pupa seperti uraian diatas, tetap

- gunakan pupa yang sama untuk pengamatan pertambahan diameter abdomen pupa.
- Benang ditempatkan pada bagian tengah abdomen pupa, lalu bentangkan benang secara melintang dan beri tanda menggunakan spidol pada benang.
 - Benang tersebut digunting sesuai pada tanda yang telah diberi.
 - Bentangkan benang hingga lurus, ukur panjang benang menggunakan jangka sorong lalu catatlah. Selisih antara diameter abdomen pupa yang berumur 4 hari dengan diameter abdomen pupa yang berumur 11 hari dihitung untuk mengetahui pertambahan diameter abdomen pupa.
 - Langkah a-d diulangi untuk setiap unit perlakuan dan ulangan.

3.5. Analisis Data

Rancangan penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) karena setiap koloni telah disamakan sebelumnya. Model liniernya sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dimana :

Y_{ij} = Hasil pengamatan pertumbuhan anakan lebah pekerja pada perlakuan ke 1-6 dan ulangan ke 1-4

μ = nilai rata-rata populasi

T_i = pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta ke 1-6

ε_{ij} = kesalahan / galat percobaan pada tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta perlakuan ke 1-6 dan ulangan ke 1-4

Hasil pengamatan pertumbuhan anakan lebah pekerja berupa pertambahan panjang larva, pertambahan panjang pupa dan pertambahan diameter abdomen pupa dianalisis dengan menggunakan analisis ragam seperti pada Tabel 6.

Tabel 3. Analisis ragam

SK	Db	JK	KT	Fhitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	5					
Galat	18					
Total	23					

Apabila perlakuan berbeda maka dilakukan uji *Duncan* seperti rumusan berikut :

$$JNT \alpha \% = JND (\alpha \%, db.galat) \times SE$$

$$SE = \sqrt{(2 \text{ KT}_{galat}) / r}$$

3.6. Batasan Istilah

- Polen : Bagian dari sel kelamin jantan tumbuhan yang terdapat pada bunga dan berbentuk butiran atau serbuk halus
- Mortalitas : Ukuran jumlah kematian (umumnya, atau karena akibat yang spesifik) pada suatu populasi, skala besar suatu populasi, per dikali satuan
- Diameter abdomen pupa : Diameter dari abdomen pupa
- Panjang pupa : Panjang dari pupa

- Frame : Kotak sarang lebah yang berisi sisiran sarang
- Koloni lebah : Tempat berkumpulnya lebah madu untuk berkembangbiak yang terdiri dari lebah ratu, lebah pekerja, lebah pejantan dan anakan
- Madu : Madu merupakan cairan kental menyerupai sirup yang memiliki rasa manis. Rasa manis dalam madu terbentuk secara alami oleh lebah dan serangga yang berasal dari nektar bunga (Wibowo, 2016)
- Nektar : Suatu senyawa kompleks yang dihasilkan oleh kelenjar *necterifier* tanaman dalam bentuk larutan (Imaningtyas, 2014)
- Pasta tempe kedelai : Tempe kedelai yang telah dihaluskan dengan cara ditumbuk serta ditambahkan larutan gula dan polen yang digunakan sebagai pakan lebah pada penelitian ini
- Polen pengganti : Pakan pengganti polen dengan kandungan protein tinggi untuk lebah madu, tanpa penambahan polen



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pertumbuhan Anakan

4.1.1. Pertambahan Panjang Larva

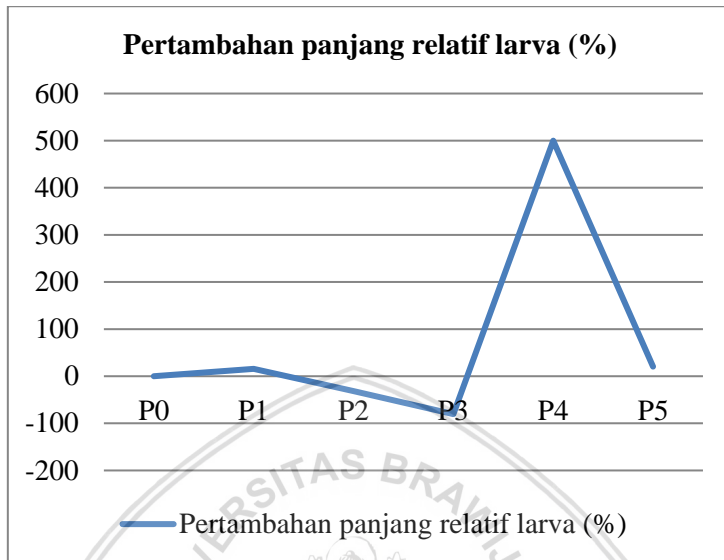
Hasil pengamatan pertambahan panjang larva lebah pekerja *Apis mellifera* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Pemberian pakan tambahan berupa tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta ternyata memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap pertambahan panjang larva setelah dilakukan analisis ragam. Rataan pertambahan panjang larva lebah pekerja *Apis mellifera* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 1. Tabel rata-rata pertambahan panjang larva, pertambahan diameter abdomen pupa dan pertambahan panjang pupa (mm)

Perlakuan	Pertambahan panjang larva	Pertambahan diameter abdomen pupa	Pertambahan panjang pupa
P0	$5,24 \pm 2,77^b$	$0,96 \pm 0,67$	$2,66 \pm 1,8^a$
P1	$6,05 \pm 1,65^b$	$0,88 \pm 0,85$	$1,06 \pm 0,43^a$
P2	$4,15 \pm 2,19^{ab}$	$0,65 \pm 0,37$	$0,6 \pm 0,27^a$
P3	$0,81 \pm 0,22^a$	$1,44 \pm 0,31$	$5,6 \pm 0,76^b$
P4	$4,88 \pm 1,63^b$	$0,76 \pm 0,37$	$0,69 \pm 0,26^a$
P5	$5,86 \pm 0,97^b$	$0,55 \pm 0,15$	$1,96 \pm 1,56^a$

Pertambahan panjang larva yang tertinggi adalah P1 dengan rata-rata $6,05 \pm 1,65$ namun tidak berbeda dengan P0 ($5,24 \pm 2,77$), P2 ($4,15 \pm 2,19$), P4 ($4,88 \pm 1,63$) dan P5 ($5,86 \pm 0,97$), sedangkan yang terendah adalah P3 ($0,81 \pm 0,22$). Untuk lebih jelasnya dapat diterangkan seperti Tabel 7 dan untuk perbedaan antar perlakuan dapat dilihat pada Lampiran

3. Protein tertinggi terletak pada P5 berdasarkan Tabel 4, namun perlakuan terbaik terdapat pada P1 dikarenakan penambahan panjang larva tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan protein. Distribusi dan konsentrasi protein atau asam amino di dalam tubuh lebah madu dipengaruhi oleh aktivitas fisiologis, makanan, umur, strata (kasta) spesies dan kondisi lingkungan yang nantinya akan berpengaruh terhadap penambahan panjang larva dan juga otomatis terhadap penambahan panjang pupa jika mengacu pada Sihombing (2005) dalam Agustina (2008). Polen bagi lebah ibarat daging, ikan, telur dan lain-lain makanan serupa bagi manusia. Itu semua memberikan zat protein, yaitu zat nutrisi yang diperlukan untuk membentuk otot dan daging dalam badan lebah. Panjang larva pertama kali menetas sekitar 1,6 mm menurut pernyataan Thrasyvoulou dan Benton (1982) dalam Rochman (2012). Perkembangan hidup lebah madu pada fase larva bisa mencapai 14 kali lebih cepat dari bobot awal ketika persediaan makanan di dalam sarang tercukupi sepenuhnya (Rochman,2012).



Gambar 1. Pertambahan panjang relatif larva (%)

P0 ke P1 persentase pertambahan panjang larva mengalami sedikit kenaikan yang artinya P1 mengalami pertambahan panjang larva yang relatif lebih tinggi, namun mengalami penurunan dari P1 ke P2 begitupula yang terjadi pada P2 ke P3 mengalami penurunan yang lebih rendah yang menandakan P2 cenderung mengalami pertambahan panjang larva yang relatif lebih rendah dari P1 sedangkan P3 relatif lebih rendah dari P2. Grafik selanjutnya mengalami kenaikan yang tajam dari P3 ke P4 akibat pertambahan panjang larva P4 relatif lebih tinggi dari P3, sedangkan dari P4 ke P5 mengalami penurunan lagi yang tajam yang disebabkan pertambahan panjang larva P5 relatif lebih rendah dari P4, sehingga penambahan pakan sangat efektif terhadap

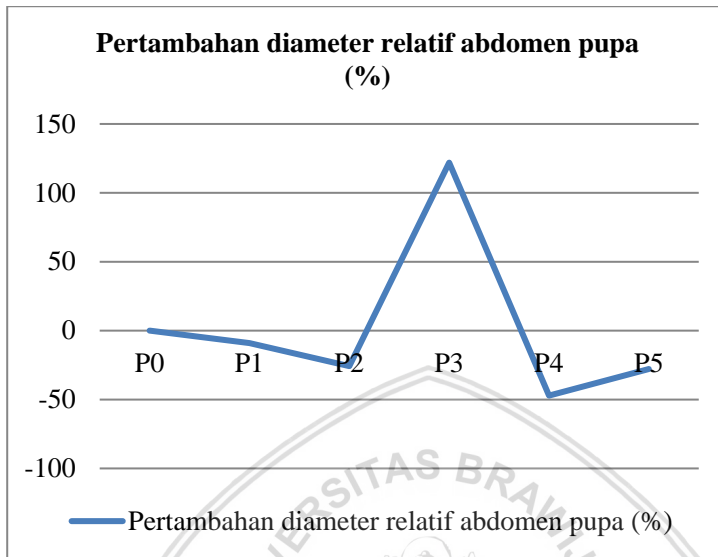
pertambahan panjang larva pada P4. Lebih jelasnya dapat diterangkan seperti Gambar 7.

4.1.2. Pertambahan Diameter Abdomen Pupa

Hasil pengamatan pertambahan diameter abdomen pupa lebah pekerja *Apis mellifera* selengkapnya nampak pada Lampiran 4. Pemberian pakan tambahan berupa tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta ternyata tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap pertambahan diameter abdomen pupa setelah dianalisis ragam. Rataan pertambahan diameter abdomen pupa lebah pekerja *Apis mellifera* dapat dilihat pada Tabel 7.

Rataan pertambahan diameter abdomen pupa yang terendah adalah pada P5 dengan rata-rata $0,55\pm0,15$, Sedangkan yang tertinggi adalah P3 ($1,44\pm0,31$) yang selanjutnya disusul secara urut kebawah mulai dari P0 ($0,96\pm0,67$), P1 ($0,88\pm0,85$), P4 ($0,76\pm0,37$) dan P2 ($0,65\pm0,37$). Pertambahan diameter abdomen pupa disini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata yang bisa disebabkan kondisi ketersediaan pakan disarang, selain itu pertambahan diameter abdomen pupa nantinya juga akan mempengaruhi masa awal lebah pekerja. Semua nitrogen diperoleh dari protein polen selama masa awal kehidupan lebah pekerja, sehingga lebah muda harus mengkonsumsi polen dalam jumlah yang tinggi selama 2 (dua) minggu pertama, apabila polen di dalam sarang tidak mencukupi kebutuhan lebah, maka pembentukan anakan akan ikut terganggu menurut pernyataan Gojmerac (1983). Sarang lebah sendiri memiliki ukuran sel sarang 5,7 – 8,8 mm (Anonimus, 2018). Pengaruh yang berbeda antar perlakuan menunjukkan penambahan pakan

tambahan berupa tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta tidak jauh berbeda dengan perlakuan kontrolnya yang merupakan polen sehingga dapat digunakan sebagai tambahan polen bahkan mungkin bisa sebagai pengganti polen ketika dialam tersedia terbatas, dengan kata lain setiap perlakuan adalah sama sehingga semua perlakuan sama dengan perlakuan kontrolnya. Kandungan gizi tempe kedelai dalam 100 g tempe kedelai memiliki energi sebesar 210 kalori, protein 20,8 g, lemak 8,8 g serta mengandung juga kalsium, fosfor dan vitamin B1 menurut Mukrie (1995). Protein adalah penyusun utama sel-sel tubuh, dan erat hubungannya dengan pertumbuhan menurut Gaman dan Sherrington (1992) dalam Agustina (2008). Protein dibutuhkan untuk menghasilkan *royal jelly* sebagai pakan bagi ratu dan larva (Somerville, 2000 dalam Widowati, 2013), oleh sebab itu didalam pakan tambahan diperlukan protein yang tinggi untuk menghasilkan *royal jelly* yang tinggi pula. Kandungan protein tempe kedelai yang tinggi diduga menyebabkan pertambahan diameter abdomen pupa lebih tinggi daripada pakan tambahan yang tidak menggunakan tempe kedelai. Protein digunakan untuk membangun otot, kelenjar, dan jaringan-jaringan tubuh larva serta lebah muda menurut pernyataan Somerville (2000) dalam Widowati (2013) yang pendapat tersebut sesuai dengan hal tersebut. Diameter larva *Apis mellifera* pertama kali menetas 0,4 mm yang disebutkan oleh Sihombing (2005) dalam Rochman (2012).



Gambar 2. Pertambahan diameter relatif abdomen pupa (%)

P0 ke P1 mengalami penurunan dan terus mengalami penurunan dari P1 ke P2 yang artinya pertambahan persentase diameter abdomen pupa P1 relatif lebih rendah dari P0 sedangkan P2 relatif lebih rendah dari P1, namun dari P2 ke P3 mengalami kenaikan yang sangat tajam disebabkan pertambahan diameter abdomen pupa P3 relatif lebih tinggi, lalu mengalami penurunan lagi yang curam dari P3 ke P4 dikarenakan pertambahan diameter abdomen pupa P4 relatif lebih rendah dari P3, walaupun dari P4 ke P5 mengalami kenaikan lagi diakibatkan pertambahan diameter abdomen pupa P5 relatif lebih tinggi dari P4. Pakan tambahan yang tidak efektif adalah dari P3 ke P4 yang dapat diketahui dari grafik tersebut. Lebih jelasnya dapat diterangkan seperti Gambar 8.

4.1.3. Pertambahan Panjang Pupa

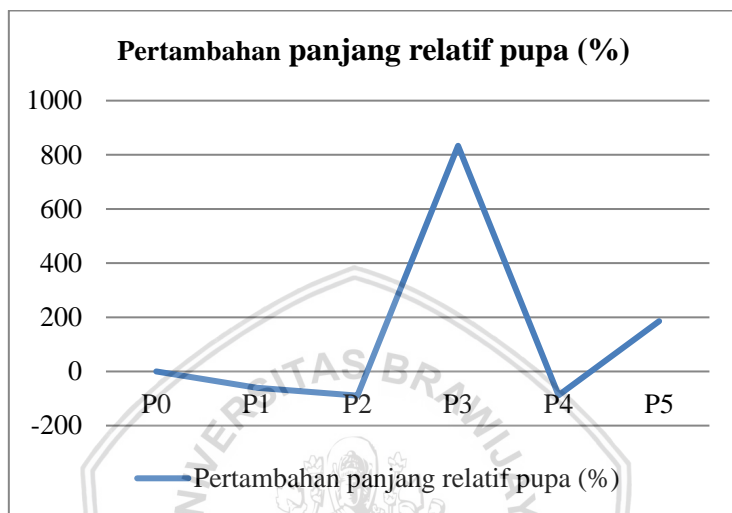
Hasil pengamatan pertambahan panjang pupa lebah pekerja *Apis mellifera* selengkapnya tampak pada Lampiran 6. Pemberian polen buatan berbahan dasar tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta ternyata memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap pertambahan panjang pupa lebah pekerja setelah dianalisis ragam. Rataan hasil pengukuran pertambahan panjang pupa lebah pekerja *Apis mellifera* tertera pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa P3 memberikan dampak pada pertambahan panjang pupa yang paling tinggi dengan rata-rata $5,6 \pm 0,76$, sedangkan yang terendah adalah P2 ($0,6 \pm 0,27$) namun tidak berbeda dengan P0 ($2,66 \pm 1,8$), P1 ($1,06 \pm 0,43$), P4 ($0,69 \pm 0,26$) dan P5 ($1,96 \pm 1,56$). Hasil yang menunjukkan perbedaan yang sangat nyata diduga disebabkan kandungan karbohidrat, protein, mineral, air dan lain-lain yang berbeda antar perlakuan pakan tambahan serta kondisi suhu lingkungan yang sering terjadi perubahan dikarenakan musim paceklik, untuk perbedaan antar perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 8. Pakan tersebut sangat penting untuk perkembangan koloni dan produksi madu. Suhu lingkungan yang berbeda dan ketersediaan pakan dapat mempengaruhi morfometrik lebah itu sendiri menurut Saepudin (2016). Hewan endotermik mempunyai ukuran lebih besar di daerah bersuhu lebih dingin dibandingkan hewan endotermik di daerah panas menurut pernyataan Begon et al. (1986). Kandungan gizi tempe kedelai dalam 100 g tempe kedelai memiliki energi sebesar 210 kalori, protein 20,8 g, lemak 8,8 g serta mengandung juga kalsium, fosfor dan vitamin B1 menurut Mukrie (1995). Polen adalah sumber protein alami

bagi lebah madu dan banyak mengandung nutrisi, diantaranya adalah lemak, vitamin dan mineral. Protein adalah komponen organisme yang paling kompleks dan khas yang terdapat dalam semua sel hidup dengan peranan yang sangat luas. Salah satu diantaranya adalah penentu utama pertumbuhan dan perkembangbiakan lebah madu, seperti pada serangga lain pada umumnya (Sihombing, 2005 dalam Agustina, 2008). Protein adalah penyusun utama sel-sel tubuh, dan erat hubungannya dengan pertumbuhan menurut Gaman dan Sherrington (1992) dalam Agustina (2008). Karbohidrat merupakan sumber energi yang membentuk senyawa-senyawa organik utama yang terdapat dalam tubuh, dan berperan dalam mendukung struktur dan fungsi-fungsi semua jaringan tubuh.

Pertambahan panjang pupa yang tertinggi ditunjukkan oleh pakan yang mengandung tempe kedelai. Rataan pertambahan panjang pupa terdapat perbedaan yang nyata diduga ada hubungannya dengan tingkat palatabilitasnya, sehingga pakan yang mengandung polen sedikit seperti P4 dan P5 memiliki rataaan yang rendah dikarenakan palatabilitas yang rendah, sama halnya pada P1 dan P2 memiliki rataaan yang lebih rendah daripada P0 dikarenakan persentase polen yang lebih rendah yang menyebabkan palatabilitas juga rendah, namun pada P3 memiliki rataaan yang tertinggi diduga walaupun palatabilitasnya tidak setinggi P0, P1 dan P2 namun berdasarkan Tabel 4 protein P3 lebih tinggi dari P0, P1 dan P2. Lebah pekerja akan memilih polen untuk diambil atau dikonsumsi tidak berdasarkan kandungan nutrisi, umur atau warna, tetapi berdasarkan bau dan bentuk fisik dari butiran polen menurut pernyataan Winston (1987) dalam Agustina (2008). Polen pengganti sesuai dengan fungsinya harus dapat menyerupai serbuk polen di alam yaitu harus memiliki

kandungan protein tinggi yang didukung dari pernyataan Widowati (2013).



Gambar 3. Pertambahan panjang relatif pupa (%)

P0 ke P1 mengalami penurunan yang dilanjutkan dari P1 ke P2 yang semakin menurun yang menandakan persentase pertambahan panjang pupa P1 relatif lebih rendah dari P0 sedangkan P2 relatif lebih rendah dari P1, namun naik secara tajam pada P2 ke P3 dikarenakan pertambahan panjang pupa P3 relatif lebih tinggi dari P2, walaupun mengalami penurunan yang curam dari P3 ke P4 disebabkan pertambahan panjang pupa P4 relatif lebih rendah dari P3, akan tetapi kembali naik dari P4 ke P5 yang artinya pertambahan panjang pupa P5 relatif lebih tinggi dari P4, dari situ dapat diketahui bahwa pakan tambahan sangat efektif pada P3. Lebih jelasnya dapat diterangkan seperti Gambar 9.



BAB V

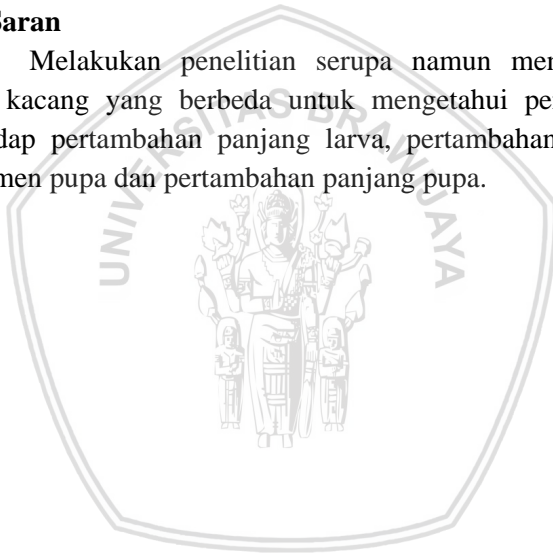
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pemberian pakan tambahan berupa tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta sangat memberikan pengaruh terhadap pertambahan panjang larva dan pupa saja, namun tidak mempengaruhi terhadap pertambahan diameter abdomen pupa lebah pekerja *Apis mellifera*.

5.2. Saran

Melakukan penelitian serupa namun menggunakan jenis kacang yang berbeda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertambahan panjang larva, pertambahan diameter abdomen pupa dan pertambahan panjang pupa.





DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D., K. 2008. Perkembangan koloni lebah madu *apis mellifera* l. Yang mendapat polen pengganti dari tiga jenis kacang dengan dan tanpa vitamin b kompleks. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Anonimus. 2018. Budidaya Lebah Madu (*Apis Cerana*, *Apis Dorsata*, *Apis Florea*, *Apis Mellifera*). <https://hardianimalscience.wordpress.com/satwa-harapan/budidaya-lebah-madu-apis-cerana-apis-dorsata-apis-florea-apis-mellifera/>. Diakses tanggal 27 Mei 2018.
- Anonimus. 2018. Kandungan Gizi Air. https://www.google.co.id/search?q=kandungan+gizi+air&rlz=1C1OKWM_idID786ID786&oq=kandungan+gizi+air&aqs=chrome..69i57j0l5.1929j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Diakses tanggal 24 Mei 2018.
- Arianne, H. 2007. Pengaruh Olahan Kedelai Sebagai Pengganti Tepungsari terhadap Produktivitas Lebah Ratu, Bobot Badan, dan Kandungan Protein Lebah Pekerja (*Apis mellifera*) L.). Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Asih, S., C. 2006. Inventarisasi Tanaman Pakan Lebah Madu *Apis cerana Fabr.* di Perkebunan Gunung Mas Bogor. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Asmanah, W. dan Kuntadi. 2012. Budidaya lebah madu *apis mellifera* l. oleh masyarakat pedesaan kabupaten pati, jawa tengah. J. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. 9 (4): 351-361.

- Begon, M., J. L. Haper dan C. R. Townsed. 1986. Ecology. Blacweel Scientific. Oxford.
- Budiwijono, T. 2012. Identifikasi produktivitas koloni lebah *apis mellifera* melalui mortalitas dan luas eraman pupa di sarang pada daerah dengan ketinggian berbeda. J. Gamma. 7 (2): 111–123.
- Degrandi-Hoffman, G., G. Wardell, F. Ahumadasegura, T. Rinderer, R. Danka dan J. Pettis. 2008. Comparisons of pollen substitute diets for honeybees: consumption rates by colonies and effect on bood and adult populations. Journal of Agricultural Research. 47.
- Dewi, S., A. 2015. Komposisi Kimia Polen dari Berbagai Jenis Tanaman di Desa Sukadana. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Mataram.
- Gaman, P., M. dan K. B. Sherrington. 1992. Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gojmerac WL. 1983. Bees, Beekeeping, Honey, and Pollination. Avi Publishing Company. Inc Westport Connecticut.
- Huang, Z. 2011. Honey bee nutrition. Journal of Applied Sciencse Research. 1 (5):1-5.
- Imaningtyas, P., S. Minarti dan N. Cholis. 2014. Pengaruh pemberian pakan tambahan “(bee feed)” terhadap aktivitas lebah pekerja membawa nektar dan luas sisiran madu pada lebah madu (*Apis mellifera*) menjelang musim bunga. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

- Indraswari, R., L., A. N. Sugiharto, A. Soegianto. 2017. Pengaruh lama penyimpanan pada suhu rendah terhadap fertilitas polen jagung ketan (*Zea mays ceratina KULESH*). J. Produksi Tanaman. 5 (9): 1460-1468.
- Irandoost, H. dan R. Ebadi. 2013. Nutritional effects of high protein feeds on growth, development, Performance and overwintering of honey bee (*apis mellifera l.*). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 1 (6): 601-613.
- Jay, S., C. 1964. Starvation studies of larval honey bees. Can J. Zool. 42: 455-462.
- Junus, M. 2001. Rekayasa Meningkatkan Jumlah Populasi Lebah Madu Menjelang Musim Bunga. Laporan penelitian. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Kustyawati, M., E. 2009. Kajian Peran *Yeast* dalam Pembuatan Tempe. AGRITECH. 29 (2): 64-70.
- Minarti, S. 2010. Ketersediaan tepungsari dalam menopang perkembangan anakan lebah madu *apis mellifera* di areal randu (*ceiba pentandra*) dan karet (*hevea brasilliensis*). J. Ternak Tropika. 11 (2): 54-60.
- Mukrie, N., A., S. Chatidjah, S. Masoara, A. Alhabsyi, D. At, H. A. Bernadus, M. K. Mahmud, Hermana, D. S. Slamet, R. R. Apriyantono, S. Soemodihardjo dan D. Muhtadi. 1995. Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia. Departemen Kesehatan Indonesia. Jakarta.

- Mulyowidarso, R., K., G. H. Fleet dan K. A. Buckle. 1989. The microbial ecology of soybean soaking for tempe production. *International Journal of Food Microbiology*. 8: 35-46.
- Novayanti, S., R. 2017. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gula Terhadap Sifat Organoleptik pada Manisan Kolang Kaling. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Nurohim , A., M. Junus dan S. Minarti. 2013. Pengaruh penambahan pakan stimulan dan penyekat sisiran terhadap aktivitas lebah pekerja *apis mellifera* menjelang musim bunga. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Rochman, N., M. Junus dan G. Ciptadi. 2012. Estimasi bobot larva melalui panjang dan lebar larva lebah hutan (*apis dorsata*). Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Saepudin, R. 2016. Upaya peningkatan produktivitas kebun strowberi, koloni lebah dan produksi madu di kabupaten rejang lebung provinsi Bengkulu. *J. Ilmu-Ilmu Peternakan*. 19 (2): 95-103.
- Sihombing, D., T., H. 2005. Ilmu Ternak Lebah Madu. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Slansky, F., J. 1993. Nutritional Ecology: The Fundamental Quest for Nutrient. Chapman and Hall. New York.
- Somerville, D. 2000. Honey bee nutrition and supplementary feeding. *NSW Agriculture*. 178.

- Somerville, D. 2005. Fat Bees Skinny Bees – A Manual on Honey Bee Nutrition for Beekeepers. Rural Industries Research and Development Corporation.
- Thrasyvoulou, A., T. dan A. W. Benton . 1982. Rates of growth of honey bee larvae. Journal of Apicultural Research. 21: 189-192.
- Villijoen, B.C. dan T. Greyling. 1995. Yeast associated with cheddar and gouda making. International Journal of Food Microbiology. 28: 79-88.
- Wibowo, B., A., M. Rivai dan Tasripan. 2016. Alat uji kualitas madu menggunakan warna polarimeter dan sensor warna. J. Teknik ITS. 5 (1): 28-33.
- Widowati, R. 2013. *Pollen substitute* pengganti serbuk sari alami bagi lebah madu. E-Journal Widya Kesehatan dan Lingkungan. 1 (1): 31-36.
- Winston, M., L. 1987. The Biology of The Honey Bee. Harvard University Press. Cambridge.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data pertambahan panjang larva lebah pekerja
Apis mellifera (mm)

Tabel panjang larva umur 2 dan 5 hari

Perlakuan	Umur (hari)	Ulangan			
		1	2	3	4
P0	2	5,05	6,8	4,05	5,25
	5	13,25	9,8	11,05	8
P1	2	7,5	5,35	5	5,9
	5	11,15	11,9	11,6	13,3
P2	2	9,15	6,45	5,15	6,9
	5	11,45	8,9	12	11,9
P3	2	6,55	6,55	7	6,65
	5	7,55	7,55	7,6	7,3
P4	2	4,15	6,1	7	5,7
	5	8,3	11,35	10,15	12,65
P5	2	5,35	5	5,15	5,15
	5	11,55	9,55	12	11

$$\text{Pertambahan panjang larva} = \text{Panjang larva umur 5 hari} - \text{Panjang larva umur 2 hari}$$

Tabel pertambahan panjang larva

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan	SD
	1	2	3	4			
0	8,2	3	7	2,75	20,9	5,2375	2,773498
1	3,65	6,55	6,6	7,4	24,2	6,05	1,646714
2	2,3	2,45	6,8	5,5	16,6	4,15	2,185177
3	1	1	0,6	0,65	3,25	0,8125	0,217466
4	4,15	5,25	3,15	6,95	19,5	4,875	1,627626
5	6,2	4,55	6,85	5,85	23,4	5,8625	0,968138
Jumlah	25,5	22,8	31,05	28,6			
Total	107,95						

Lampiran 2. Mencari pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta terhadap pertambahan panjang larva

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{Y^2}{abr} = \frac{(107,95)^2}{24} \\ &= 485,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK total} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (Y_{ijk})^2 - \text{FK} \\ &= (8,2^2 + 3^2 + 7^2 + 2,75^2 + 3,65^2 + \dots + 5,85^2) - 485,55 \\ &= 616,6425 - 485,55 \\ &= 131,0924 \end{aligned}$$

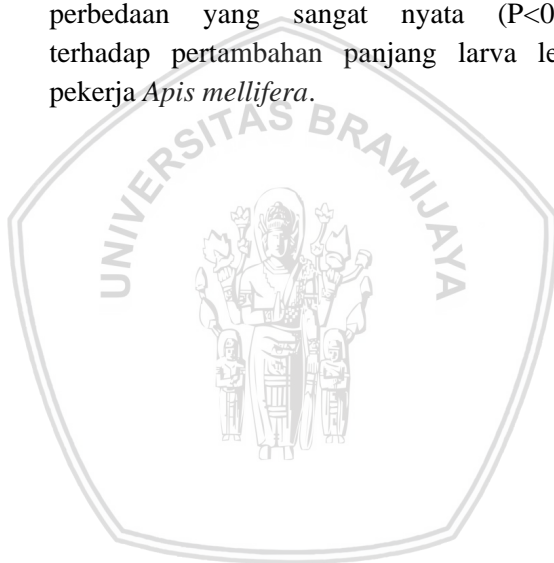
$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (\bar{Y}_{ij..} - \bar{Y} \dots)^2 = \sum \frac{Y_{ij..}^2}{r} - \text{FK} \\ &= (20,95^2 + 24,2^2 + 16,6^2 + 3,25^2 + 19,5^2 + 23,45^2)/4 - 485,55 \\ &= 560,204375 - 485,55 \\ &= 74,65427 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 56,43813 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0,05	F0,01	
Perlakuan	5	74,6	14,9	4,76194	2,77	4,25	*
n		5427	3085	7			
Galat	18	56,4	3,13				
		3813	5451				
Total	23						

Keterangan : *F hitung > F 0,01 berarti tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta memberikan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap pertambahan panjang larva lebah pekerja *Apis mellifera*.



Lampiran 3. Mencari perbedaan antar perlakuan terhadap pertambahan panjang larva

Uji jarak berganda *Duncan*

$$SE = \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{R}}$$

$$= \sqrt{\frac{3,135451}{4}} = 0,88536$$

Tabel JND dan JNT

	2	3	4	5	6
JND	4,07	4,27	4,38	4,46	4,53
1%					
JNT	3,6034	3,7804	3,8778	3,9487	4,010682
1%	16	88	78	07	124

Tabel rata-rata pertambahan panjang larva dan notasi

Perlakuan	Rataan	Notasi
P3	0,8125	a
P2	4,15	ab
P4	4,875	b
P0	5,2375	b
P5	5,8625	b
P1	6,05	b

Lampiran 4. Data pertambahan diameter abdomen pupa lebah pekerja *Apis mellifera* (mm)

Tabel diameter abdomen pupa umur 4 dan 11 hari

Perlakuan	Umur (hari)	Ulangan			
		1	2	3	4
P0	4	5,25	5	6,1	6,05
	11	6	6,95	6,6	6,7
P1	4	5,2	6,05	4,55	5,25
	11	5,45	6,15	6,45	6,5
P2	4	7,3	5,1	6,15	6,1
	11	7,45	5,8	6,85	7,15
P3	4	5,1	5,1	5,15	5,05
	11	6,25	6,35	6,67	6,9
P4	4	6,05	6,2	6,25	4,55
	11	6,85	6,95	6,55	5,75
P5	4	6,1	5,65	5,8	4,75
	11	6,8	6,2	6,15	5,35

Pertambahan diameter abdomen pupa = Diameter abdomen pupa umur 11 – Diameter abdomen pupa umur 4 hari

Tabel pertambahan diameter abdomen pupa

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan	SD
	1	2	3	4			
0	0,7 5	1,9 5	0,5	0, 65	3,85	0,9625	0,66 6302
1	0,2 5	0,1	1,9	1, 25	3,5	0,875	0,85 2936
2	0,1 5	0,7	0,7	1, 05	2,6	0,65	0,37 1932
3	1,1 5	1,2 5	1,5 2	1, 85	5,77	1,4425	0,31 3409
4	0,8 5	0,7	0,3	1, 2	3,05	0,7625	0,36 8273
5	0,7 5	0,5	0,3 5	0, 6	2,2	0,55	0,14 7196
Jumlah	3,8	5,3	5,2 7	6, 6			
Total	20, 97						

Lampiran 5. Mencari pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta terhadap pertambahan diameter abdomen pupa

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{Y^2}{abr} = \frac{(20,97)^2}{24} \\ &= 18,32254 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK total} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (Y_{ijk})^2 - \text{FK} \\ &= (0,75^2 + 1,95^2 + 0,5^2 + 0,65^2 + 0,25^2 + \dots + 0,6^2) - \\ &\quad 18,32254 \\ &= 25,0129 - 18,32254 \\ &= 6,690363 \end{aligned}$$

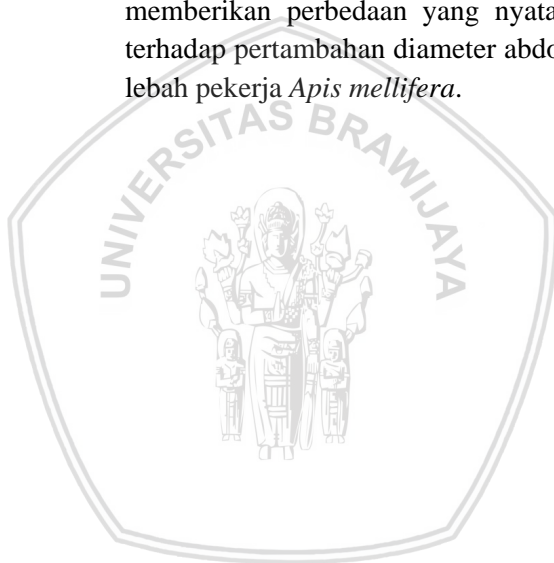
$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (\bar{Y}_{ij..} - \bar{Y} \dots)^2 = \sum_{ij} \frac{Y_{ij..}^2}{r} - \text{FK} \\ &= (3,85^2 + 3,5^2 + 2,6^2 + 5,77^2 + 3,05^2 + 2,2^2)/4 - \\ &\quad 18,32254 \\ &= 20,31698 - 18,32254 \\ &= 1,994438 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 4,695925 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0,05	F0,01	
Perlakuan	5	1,99 4438	0,39 8887	1,52898	2,77	4,25	*
Galat	18	4,69 5925	0,26 0885				
Total	23						

Keterangan : * F hitung < F tabel 0,05 berarti tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) terhadap pertambahan diameter abdomen pupa lebah pekerja *Apis mellifera*.



Lampiran 6. Data pertambahan panjang pupa lebah pekerja
Apis mellifera (mm)

Tabel panjang pupa umur 4 dan 11 hari

Perlakuan	Umur (hari)	Ulangan			
		1	2	3	4
P0	4	13,5	11,15	11,2	9
	11	13,85	14	13,9	13,75
P1	4	11,6	12,45	12,4	13,35
	11	12,25	13,55	13,25	15
P2	4	15,1	9,7	12,35	14,3
	11	15,35	10,6	13	14,9
P3	4	8	8	8,05	7,95
	11	13,6	12,65	13,7	14,45
P4	4	9	12	11,1	13,25
	11	9,55	12,85	12,05	13,65
P5	4	13,6	9,85	13,35	12,25
	11	13,95	13,05	14,25	15,65

$$\text{Pertambahan panjang pupa} = \text{Panjang pupa umur 11 hari} - \text{Panjang pupa umur 4 hari}$$

Tabel pertambahan panjang pupa

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan	SD
	1	2	3	4			
0	0,35	2,85	2,75	4,75	10,65	2,6625	1,802024
1	0,65	1,15	0,85	1,65	4,25	1,0625	0,432772
2	0,25	0,95	0,65	0,65	2,45	0,61	0,267706
3	5,65	4,65	5,65	6,55	22,45	5,61	0,756086
4	0,55	0,85	0,95	0,45	2,75	0,6875	0,256174
5	0,35	3,25	0,95	3,45	7,85	1,9625	1,562783
Jumlah	7,75	13,55	11,75	17,35			
Total	50,3						

Lampiran 7. Mencari pengaruh tempe kedelai dan polen dalam bentuk pasta terhadap pertumbuhan panjang pupa

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{Y^2}{abr} = \frac{(50,3)^2}{24} \\ &= 105,4204 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK total} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (Y_{ijk})^2 - \text{FK} \\ &= (0,35^2 + 2,85^2 + 2,7^2 + 4,75^2 + 0,65^2 + \dots + 3,4^2) - 105,4204 \\ &= 196,805 - 105,4204 \\ &= 91,38458 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (\bar{Y}_{ij..} - \bar{Y} \dots)^2 = \sum \frac{Y_{ij..}^2}{r} - \text{FK} \\ &= (10,65^2 + 4,25^2 + 2,4^2 + 22,4^2 + 2,75^2 + 7,85^2) / 4 - 105,4204 \\ &= 177,0475 - 105,4204 \\ &= 71,62708 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 19,7575 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0,05	F0,01	
Perla kuan	5	71,6 2708	14,325 42	13,05112	2,77	4,25	*
Galat	18	19,7 575	1,0976 39				
Total	23						

Keterangan : *F hitung > F 0,01 berarti tempe kedelai dan polen dapat bentuk pasta memberikan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap pertambahan panjang pupa lebah pekerja *Apis mellifera*.



Lampiran 8. Mencari perbedaan antar perlakuan terhadap penambahan panjang pupa

Uji jarak berganda *Duncan*

$$SE = \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{R}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,09764}{4}} = 0,523841$$

Tabel JND dan JNT

	2	3	4	5	6
JND	4,07	4,27	4,38	4,46	4,53
5%					
JNT	2,1320	2,236	2,2944	2,3363	2,3730011
5%	3	8	2	3	52

Tabel rata-rata penambahan panjang pupa dan notasi

Perlakuan	Rataan	Notasi
P2	0,6	a
P4	0,6875	a
P1	1,0625	a
P5	1,9625	a
P0	2,6625	a
P3	5,6	b

Lampiran 9. Perhitungan kandungan gizi P0, P1, P2, P3, P4 dan P5

Tabel kandungan gizi air, gula, sirup gula, tempe kedelai, polen, P0, P1, P2, P3, P4 dan P5

Perlakuan	Kandungan gizi (100 gram sampel)			
	Protein (g)	Lemak (g)	Air (g)	Karbohidrat (g)
Air	0	0	99,99	0
Gula	0	0	0,1	94
Sirup gula	0	0	50,05	47
Tempe kedelai	20,8	7,7	68,3	9,1
Polen	20,26	1,22	15,62	36
P0	5,065	0,305	41,44	44,25
P1	5,092	0,629	44,07	42,905
P2	5,119	0,953	46,71	41,56
P3	5,146	1,277	49,34	40,215
P4	5,173	1,601	51,97	38,87
P5	5,2	1,925	54,61	37,525

Sumber: Anonimus (2018), Dewi (2015), Indraswari (2017) dan Novayanti (2017)

Air (100 g) =

Natrium = 5 mg

Kalsium = 3 mg

Magnesium = 1 mg

Air = 100000 mg- 5 mg- 3 mg- 1 mg = 99991 mg = 99,99 g

Sirup gula (100 g) =

Energi = $(0+364)/2 = 182$ kal

Kalsium = $(3+5)/2 = 4$ mg

$$\text{Air} = (99,99 + 0,1) / 2 = 50,05 \text{ g}$$

$$\text{Karbohidrat} = (0 + 94) / 2 = 47 \text{ g}$$

$$\text{P0 (100 g)} =$$

$$\begin{aligned} \text{Protein} &= (0 \text{gx} 75 / 100) + (20,8 \text{gx} 0 / 100) + (20,26 \text{gx} 25 / 100) \\ &= 5,065 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lemak} &= (0 \text{gx} 75 / 100) + (7,7 \text{gx} 0 / 100) + (1,22 \text{gx} 25 / 100) \\ &= 0,305 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= (50,05 \text{gx} 75 / 100) + (68,3 \text{gx} 0 / 100) + (15,62 \text{gx} 25 / 100) \\ &= 41,44 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Karbohidrat} &= (47 \text{gx} 75 / 100) + (9,1 \text{gx} 0 / 100) + (36 \text{gx} 25 / 100) \\ &= 44,25 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{P1 (100 g)} =$$

$$\begin{aligned} \text{Protein} &= (0 \text{gx} 75 / 100) + (20,8 \text{gx} 5 / 100) + (20,26 \text{gx} 20 / 100) \\ &= 5,092 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lemak} &= (0 \text{gx} 75 / 100) + (7,7 \text{gx} 5 / 100) + (1,22 \text{gx} 20 / 100) \\ &= 0,629 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= (50,05 \text{gx} 75 / 100) + (68,3 \text{gx} 5 / 100) + (15,62 \text{gx} 20 / 100) \\ &= 44,07 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Karbohidrat} &= (47 \text{gx} 75 / 100) + (9,1 \text{gx} 5 / 100) + (36 \text{gx} 20 / 100) \\ &= 42,905 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{P2 (100 g)} =$$

$$\begin{aligned} \text{Protein} &= (0 \text{gx} 75 / 100) + (20,8 \text{gx} 10 / 100) + (20,26 \text{gx} 15 / 100) \\ &= 5,119 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lemak} &= (0 \text{gx} 75 / 100) + (7,7 \text{gx} 10 / 100) + (1,22 \text{gx} 15 / 100) \\ &= 0,953 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= (50,05 \text{gx} 75 / 100) + (68,3 \text{gx} 10 / 100) + (15,62 \text{gx} 15 / 100) \\ &= 46,71 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Karbohidrat} &= (47 \text{gx} 75 / 100) + (9,1 \text{gx} 10 / 100) + (36 \text{gx} 15 / 100) \\ &= 41,56 \text{ g} \end{aligned}$$

P3 (100 g) =

$$\text{Protein} = (0\text{gx}75/100) + (20,8\text{gx}15/100) + (20,26\text{gx}10/100) \\ = 5,146 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = (0\text{gx}75/100) + (7,7\text{gx}15/100) + (1,22\text{gx}10/100) \\ = 1,277 \text{ g}$$

$$\text{Air} = (50,05\text{gx}75/100) + (68,3\text{gx}15/100) + (15,62\text{gx}10/100) \\ = 49,34 \text{ g}$$

$$\text{Karbohidrat} = (47\text{gx}75/100) + (9,1\text{gx}15/100) + (36\text{gx}10/100) \\ = 40,215 \text{ g}$$

P4 (100 g) =

$$\text{Protein} = (0\text{gx}75/100) + (20,8\text{gx}20/100) + (20,26\text{gx}5/100) \\ = 5,173 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = (0\text{gx}75/100) + (7,7\text{gx}20/100) + (1,22\text{gx}5/100) \\ = 1,601 \text{ g}$$

$$\text{Air} = (50,05\text{gx}75/100) + (68,3\text{gx}20/100) + (15,62\text{gx}5/100) \\ = 51,97 \text{ g}$$

$$\text{Karbohidrat} = (47\text{gx}75/100) + (9,1\text{gx}20/100) + (36\text{gx}5/100) \\ = 38,87 \text{ g}$$

P5 (100 g) =

$$\text{Protein} = (0\text{gx}75/100) + (20,8\text{gx}25/100) + (20,26\text{gx}0/100) \\ = 5,2 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = (0\text{gx}75/100) + (7,7\text{gx}25/100) + (1,22\text{gx}0/100) \\ = 1,925 \text{ g}$$

$$\text{Air} = (50,05\text{gx}75/100) + (68,3\text{gx}25/100) + (15,62\text{gx}0/100) \\ = 54,61 \text{ g}$$

$$\text{Karbohidrat} = (47\text{gx}75/100) + (9,1\text{gx}25/100) + (36\text{gx}0/100) \\ = 37,525 \text{ g}$$

Lampiran 10. Pertambahan panjang relatif larva, pertambahan panjang relatif pupa dan pertambahan diameter abdomen relatif pupa

Variabel penelitian	Pertambahan relatif					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Pertambahan panjang larva	0	15,51 3126 49	- 31,4 0495 868	- 80,4 2168 675	500	20,2 5641 026
Pertambahan panjang pupa	0	- 60,09 3896 71	- 89,2 8571 429	833, 3333 333	- 87,7 2321 429	185, 4545 455
Pertambahan diameter abdomen pupa	0	- 9,090 9090 91	- 25,7 1428 571	121, 9230 769	- 47,1 4038 128	- 27,8 6885 246

Pertambahan panjang relatif larva =

$$P0 = 0$$

$$P1 = ((\text{rataan pertambahan panjang larva P1} - \text{rataan pertambahan panjang larva P0}) / \text{rataan pertambahan panjang larva P0}) \times 100$$

$$= ((6,05 - 5,2375) / 5,2375) \times 100$$

$$= 15,51312649$$

$$\begin{aligned}
 P2 &= ((\text{rataan penambahan panjang larva P2} - \text{rataan penambahan panjang larva P1}) / \text{rataan penambahan panjang larva P1}) \times 100 \\
 &= ((4,15 - 6,05) / 6,05) \times 100 \\
 &= -31,40495868 \\
 P3 &= ((\text{rataan penambahan panjang larva P3} - \text{rataan penambahan panjang larva P2}) / \text{rataan penambahan panjang larva P2}) \times 100 \\
 &= ((0,8125 - 4,15) / 4,15) \times 100 \\
 &= -80,42168675 \\
 P4 &= ((\text{rataan penambahan panjang larva P4} - \text{rataan penambahan panjang larva P3}) / \text{rataan penambahan panjang larva P3}) \times 100 \\
 &= ((4,875 - 0,8125) / 0,8125) \times 100 \\
 &= 500 \\
 P5 &= ((\text{rataan penambahan panjang larva P5} - \text{rataan penambahan panjang larva P4}) / \text{rataan penambahan panjang larva P4}) \times 100 \\
 &= ((5,8625 - 4,875) / 4,875) \times 100 \\
 &= 20,25641026
 \end{aligned}$$

Pertambahan panjang relatif pupa =

$$P0 = 0$$

$$\begin{aligned}
 P1 &= ((\text{rataan penambahan panjang pupa P1} - \text{rataan penambahan panjang pupa P0}) / \text{rataan penambahan panjang pupa P0}) \times 100 \\
 &= ((1,0625 - 2,6625) / 2,6625) \times 100 \\
 &= -60,09389671
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P2 &= ((\text{rataan penambahan panjang pupa P2} - \text{rataan penambahan panjang pupa P1}) / \text{rataan penambahan panjang pupa P1}) \times 100 \\
 &= ((0,6 - 1,0625) / 1,0625) \times 100 \\
 &= -89,28571429 \\
 P3 &= ((\text{rataan penambahan panjang pupa P3} - \text{rataan penambahan panjang pupa P2}) / \text{rataan penambahan panjang pupa P2}) \times 100 \\
 &= ((5,6 - 0,6) / 0,6) \times 100 \\
 &= 833,3333333 \\
 P4 &= ((\text{rataan penambahan panjang pupa P4} - \text{rataan penambahan panjang pupa P3}) / \text{rataan penambahan panjang pupa P3}) \times 100 \\
 &= ((0,6875 - 5,6) / 5,6) \times 100 \\
 &= -87,72321429 \\
 P5 &= ((\text{rataan penambahan panjang pupa P5} - \text{rataan penambahan panjang pupa P4}) / \text{rataan penambahan panjang pupa P4}) \times 100 \\
 &= ((1,9625 - 0,6875) / 0,6875) \times 100 \\
 &= 185,4545455
 \end{aligned}$$

Pertambahan diameter relatif abdomen pupa =

$$P0 = 0$$

$$\begin{aligned}
 P1 &= ((\text{rataan penambahan diameter abdomen pupa P1} - \text{rataan penambahan diameter abdomen pupa P0}) / \text{rataan penambahan diameter abdomen pupa P0}) \times 100 \\
 &= ((0,875 - 0,9625) / 0,9625) \times 100 \\
 &= -9,090909091
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P2 &= ((\text{rataan penambahan diameter abdomen pupa P2} - \text{rataan penambahan diameter abdomen pupa P1}) / \text{rataan penambahan diameter abdomen pupa P1}) \times 100
 \end{aligned}$$

$$= ((0,65 - 0,875) / 0,875) \times 100$$

$$= -25,71428571$$

$$P3 = ((\text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P3} - \text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P2}) / \text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P2}) \times 100$$

$$= ((1,4425 - 0,65) / 0,65) \times 100$$

$$= 121,9230769$$

$$P4 = ((\text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P4} - \text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P3}) / \text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P3}) \times 100$$

$$= ((0,7625 - 1,4425) / 1,4425) \times 100$$

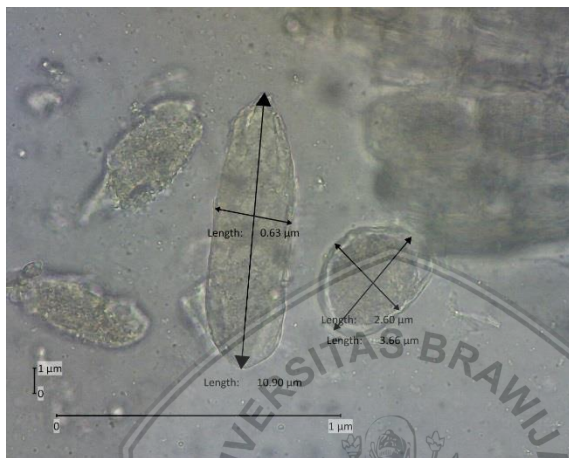
$$= -47,14038128$$

$$P5 = ((\text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P5} - \text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P4}) / \text{rataan pertambahan diameter abdomen pupa P4}) \times 100$$

$$= ((0,55 - 0,7625) / 0,7625) \times 100$$

$$= -27,86885246$$

Lampiran 11. Pengamatan dibawah mikroskop terhadap diameter polen dan tempe



Keterangan: * Yang berbentuk bulat adalah polen sedangkan yang berbentuk lonjong adalah tempe kedelai setelah ditumbuk

Lampiran 12. Pembuatan pasta



Tempe kedelai, gula dan polen ditimbang



Tempe kedelai ditumbuk



Pencampuran sekaligus penumbukan dengan gula dan polen



Pakan ditimbang

Lampiran 13. Pasta P0, P1, P2, P3, P4 dan P5



P0



P1



P2



P3



P4



P5